

**PENGARUH GERAK MAKAN DAN SUDUT POTONG UTAMA
TERHADAP HASIL KESILINDRISAN PERMUKAAN BENDA
KERJA PADA PROSES BUBUT SILINDRIS**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik



Oleh :

ADI NUGROHO

NIM. I0402514

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2009**

**PENGARUH GERAK MAKAN DAN SUDUT POTONG UTAMA
TERHADAP HASIL KESILINDRISAN PERMUKAAN BENDA
KERJA PADA PROSES BUBUT SILINDRIS**

Disusun oleh :

ADI NUGROHO

NIM. I0402514

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Joko Triyono, ST, MT
NIP. 19690625 199702 1 001

Nurul Muhayat, ST, MT
NIP. 19700323 199802 1 001

Telah dipertahankan di hadapan Tim Dosen Penguji pada hari Senin tanggal
27 Juli 2009

1. Zainal Arifin, ST, MT
NIP. 19730308 200003 1 001

1

2. Dody Ariawan, ST, MT
NIP. 19730804 199903 1 003

2.

3. Bambang Kusharjanta., ST, MT
NIP. 19691116 199702 1 001

3.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Koordinator Tugas Akhir
Jurusan Teknik Mesin FT UNS

Dody Ariawan, ST, MT
NIP. 19730804 199903 1 003

Syamsul Hadi, ST, MT
NIP. 19710615 199802 1 002

MOTTO

- *Tidak ada keberuntungan, kesialan , kebetulan dan kegagalan didunia ini, keberhasilan dan kesuksesan hanya bisa diraih dengan usaha dan kerja keras serta do'a yang tulus*
- *Ilmu dan agama itu selalu sepakat begitu juga ilmu dan iman selalu seiring sejalan.*
(Kahlil Gibran)
- *Ilmu pengetahuan tanpa agama pincang, agama tanpa ilmu pengetahuan buta .*
(Einstein)

Karya ini kupersembahkan kepada:

- *Allah SWT yang telah limpahkan rahmat dan hidyahNya*
- *Bapak dan Ibu tercinta*
- *Kedua Adikku.*
- *Keluarga Besar Teknik Mesin UNS*



Ibu tercinta, tangis dan kerja kerasmu adalah peyulut api semangat. Terimakasih untuk kasih sayang dan doa yang Mama panjatkan demi putera Mama ini.

Bapak , jerih payah dan pengorbananmu akan jadi hal yang takkan sanggup terbalaskan

Kedua Adikku semangat dan dorongan dalam menyelesaikan studiku. *I'll be back soon...*

Pak Joko, dan Pak Nurul, banyak terimakasih atas bimbingan dan nasehatnya serta mengenalkan kami dengan Teknik produksi yang InsyaAllah kami yakin sangat bermanfaat.

Arifin (Lab. Produksi), Hendri (asisten lab.produksi) atas ijin penggunaan lab, dan bantuan serta semangatmu

Bro aliefumi,Bro Dhany, Bro Gunawan, Bro Pendi, Bro Hengky, Bro Edwin, Bro Agus, Bro Roni makasih atas bantuan dan kerjasama kalian..

Anak-anak mesin semua yang kenalku dan kukenal ;
Khusus untuk temen-temen angkatan 2002: Aliefumi, Gejlok, Gabriel, Hanum, Pak Karil, Hartono, Hendra, Giyarno, Legowo, Jekek,.Ayo seleseikan Studi Kalian.

Cah-cah SOTIC (Solo Tiger Club) dan Anak2 Kos Jaya Kusuma.

Anjar(bagonk), Amir(udin petot), Agus J, Dian(teblok), Sony SS, Didik, Hery, Bayu, , Visca, Nur, Dipo, Tedy, Darmawan, Henry, Dedy, Amin, Amat 1, Amat 2, Hafiz, Bambang, Maryanto, Rendra, Diki TKCI, Maruto dan lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu

PENGARUH GERAK MAKAN SUDUT POTONG UTAMA TERHADAP HASIL KESILINDRISAN PERMUKAAN BENDA KERJA PADA PROSES BUBUT SILINDRIS

ADI NUGROHO

INTISARI

Suatu produk yang berkualitas diperoleh dari kondisi pemotongan yang baik. Salah satu penyimpangan yang disebabkan oleh kondisi pemotongan adalah kesilindrisan hasil proses, maka dari itu pada penelitian ini dilakukan pengujian pengaruh gerak makan (f) dan sudut potong utama (K_r) terhadap hasil kesilindrisan hasil permukaan benda kerja pada proses bubut silindris.

Proses permesinan dilakukan dengan kedalaman potong 0,5 mm dengan memvariasikan gerak makan (f) dan sudut potong utama (K_r) dengan putaran spindle (n) konstan dari benda kerja ST 37 yang mempunyai diameter 30 mm dengan panjang 150 mm dan dibubut sepanjang ± 120 mm menggunakan pahat HSS. Setelah benda kerja dibubut, kemudian benda kerja diukur kesilindrisannya dengan menggunakan *Blok – V* dan *Dial Indicator*.

Hasil penelitian ini didapatkan bahwa, pada pemakaian $K_r = 90^\circ$ ($\beta = 60^\circ$, $\gamma = 3^\circ$, $\alpha = 27^\circ$) nilai kesilindrisannya = 180 – 390 μm , $K_r = 70^\circ$ ($\beta = 50^\circ$, $\gamma = 13^\circ$, $\alpha = 27^\circ$)

nilai kesilindrisannya = 370 - 480 μm , dan $K_r = 60^\circ (\beta = 34^\circ, \gamma = 24^\circ, \alpha = 32^\circ)$ nilai kesilindrisannya = 510 – 860 μm . Gerak makan memberikan pengaruh besar terhadap kesilindrisan permukaan, karena semakin besar gerak makan, maka semakin besar nilai kesilindrisannya. Hal ini disebabkan semakin tidak silindris pada benda kerja pada saat proses permesinan. Sudut potong utama (K_r) juga memberikan pengaruh besar terhadap kesilindrisan permukaan, karena semakin kecil K_r , maka semakin besar nilai kesilindrisannya. Hal ini disebabkan pemakaian K_r yang kecil tidak menguntungkan sebab akan menurunkan ketelitian geometrik produk dalam hal ini juga mempengaruhi hasil kesilindrisannya dan menyebabkan benda kerja menjadi tidak silindris (kesilindrisan semakin besar).

Kata kunci : Gerak makan, sudut potong utama, kesilindrisan

THE INFLUENCE OF FEEDING AND TOOL CUTTING EDGE ANGLE TO CYLINDRICAL RESULT OF THE WORKPIECE SURFACE FOR CYLINDRICAL TURNING PROCESS

ADI NUGROHO

ABSTRACT

A quality product is obtained from a good cutting condition. Cutting tools is one of the deviation which is influence the cylindrical result of process, therefore from this research conducted an examination influence of feeding and tool cutting edge angle to cylindrical result of the workpiece surface at cylindrical turning process.

Machining process is done by depth of cut of 0,5 mm followed by varying the feeding (f) and tool cutting edge angle (K_r) with constant spindle speed (n) of the workpiece ST 37 whies diameter and length are 30 mm and 150 mm respectively and turning as length as ± 120 mm by using HSS (High Speed Steel) tool. The cylindrical of the workpiece measured using blok – v and dial indicator after turning process.

The result is, at $K_r = 90^\circ (\beta = 60^\circ, \gamma = 3^\circ, \alpha = 27^\circ)$ usage cylindrical turning process is = 180 – 390 μm , at $K_r = 70^\circ (\beta = 50^\circ, \gamma = 13^\circ, \alpha = 27^\circ)$ usage cylindrical

turning process is = 370 – 480 μm , at $K_r = 60^\circ (\beta = 34^\circ, \gamma = 24^\circ, \alpha = 32^\circ)$ usage cylindrical turning process is = 510 – 860 μm . It was proven that feeding giving major project to cylindrical result of the workpiece surface at cylindrical turning process. Ever greater tool cutting edge angle number according to cylindrical number. This caused because of uncylindrical result of the workpiece surface and smaller tool cutting edge angle number at cylindrical turning process progressively and also effect correctness of workpiece become geometric.

Keywords: Feeding, Tool cutting edge angle, Cylindrical

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penyusun panjatkan kepada Allah yang maha kuasa, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan inayah-Nya sehingga dapat terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini dengan judul “ **Pengaruh Gerak Makan Dan Sudut Potong Utama Terhadap Hasil Kesilindrisan Permukaan Benda Kerja Pada Proses Bubut Silindris**”. Penulisan laporan ini dimaksudkan untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Jurusan Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Dalam menyusun Tugas Akhir ini, tidak sedikit hambatan dan rintangan yang penyusun hadapi terutama didalam menerapkan ilmu yang telah didapat dalam bangku perkuliahan. Namun, kami berusaha semaksimal mungkin untuk menyajikan yang terbaik berdasarkan ketentuan-ketentuan teknis yang berlaku.

Penyelesaian Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan dan dukungan dari semua pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya.
2. Bapak Dody Ariawan, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

3. Bapak Joko Triyono, ST, MT selaku pembimbing I yang telah memberikan masukan, arahan dan motivasi kepada penulis selama menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Nurul Muhyat, ST, MT selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan dan motivasi kepada penulis selama menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dody Ariawan, ST, MT., Bapak Bambang Kusharjanta, ST, MT., dan Bapak Zainal Arifin, ST, MT selaku dosen penguji saya yang telah memberikan masukan, arahan dan motivasi kepada penulis selama menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh dosen pembimbing lain yang belum tersebut dan juga instruktur Jurusan Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta yang memberi bantuan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Bapak, Ibu, dan adik penulis yang telah memberi semangat baik moril dan materiil kepada penulis.
8. Teman-teman angkatan 2002 PPDT dan teman-teman seperjuangan yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam pembuatan Tugas Akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca, khususnya mahasiswa Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta. Untuk lebih sempurnanya laporan Tugas Akhir ini, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak yang telah membaca laporan ini.

Surakarta, Juli 2009

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
PERSEMBAHAN DAN MOTTO iv
INTISARI v
ABSTRAK vi
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR LAMPIRAN xiii

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan dan Manfaat 3
1.5 Sistematika Penulisan 3

BAB II. LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka 4
2.2 Mesin Bubut 4
2.3 Sudut Pahat Bubut 8
2.4 Kebulatan 11
2.5 Perhitungan Nilai Kesilindrisan 17
2.6 Proses Permesinan 17
2.7 Pahat Bubut 20

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir 22

3.2 Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data 23

3.3 Alat dan Bahan 24

3.4 Langkah – Langkah Penelitian 27

3.5 Pengambilan Data 28

BAB IV. DATA DAN ANALISIS

4.1 Perhitungan Eleman Dasar Dari proses Bubut 32

4.1.1 Kecepatan Potong (v) 32

4.1.2 Kecepatan Makan (vf)..... 33

4.1.3 Waktu Pemotongan (t_p) 33

4.1.4 Kecepatan Penghasilan Geram (Z) 34

4.1.5 Penampang Geram (A) 34

4.1.6 Lebar Dan Tebal Geram (b Dan h) 35

4.1.6.1 Lebar Pemotongan (b) 35

4.1.6.2 Tebal Geram (h)..... 36

4.2 Data Hasil Penelitian 38

4.3 Grafik Radar Dari Hasil Penelitian 39

4.4 Perhitungan Kebulatan Dan Grafik Perbandingan Kebulatan 42

4.5 Perhitungan Nilai Kesilindrisan 44

4.6 Analisa Nilai Kesilindrisan 46

4.6.1 Hubungan Sudut Potong Utama (Kr) Dengan Gerak Makan (F) Pada Nilai Kesilindrisan Hasil Proses 46

4.7 Pembahasan 49

BAB V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan 51

5.2 Saran 51

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Hasil Penelitian ($K_r = 90^\circ$ Dan $F = 0.082 \text{ mm/r}$)..... 38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mesin Bubut	5
Gambar 2.2	Pembentukan Geram (chip/tatal) Pada Pembubutan.....	7
Gambar 2.3	Sudut – Sudut Pada Pahat Bubut.....	8
Gambar 2.4	Resultan Gaya Yang Ditimbulkan Oleh Sudut Potong Utama	10
Gambar 2.5	Metode Pengukuran Kebulatan Dengan Blok – V (60°).....	12
Gambar 2.6	Dua Jenis Alat Ukur Kebulatan.....	13
Gambar 2.7	Empat Jenis Lingkaran Referensi Untuk Menentukan Parameter Kebulatan, Yaitu $\Delta R = R_{\max} - R_{\min}$	14
Gambar 2.8	Grafik Radar Data Percobaan.....	16
Gambar 2.9	Proses Bubut.....	19
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 3.2	Mesin Bubut	24
Gambar 3.3	Gergaji Baja	24
Gambar 3.4	Pahat Bubut HSS.....	25
Gambar 3.5	Dial Indikator	25
Gambar 3.6	Blok - V	26
Gambar 3.7	Benda Kerja ST 37 sudah dibubut	26
Gambar 3.8	Gambar Benda Kerja (Spesimen Uji)	29
Gambar 3.9	Pengujian Kesilindrisan	30
Gambar 3.10	Pahat HSS dengan Pemakaian Sudut Potong $K_r = 90^\circ$ ($\beta = 60^\circ$, $\gamma = 3^\circ$, $\alpha = 27^\circ$), 70° ($\beta = 50^\circ$, $\gamma = 13^\circ$, $\alpha = 27^\circ$), 60° ($\beta = 34^\circ$, $\gamma = 24^\circ$, $\alpha = 32^\circ$).	31
Gambar 4.1	Grafik Radar $K_r = 90^\circ$ dan $F = 0.082$ mm/r (spesimen 1)	39
Gambar 4.2	Grafik Radar $K_r = 90^\circ$ dengan Menggunakan Variasi Standart Turning (tabel Westerman).....	40
Gambar 4.3	Profil permukaan pada setiap titik $K_r = 90^\circ$ dan $F = 0.082$ mm/r.....	41
Gambar 4.4	Grafik perbandingan Kebulatan $K_r = 90^\circ$ dan $F = 0.082$ mm/r	43
Gambar 4.5	Grafik Kesilindrisan $K_r = 90^\circ$	46

Gambar 4.6	Grafik Kesilindrisan $K_r = 70^\circ$	47
Gambar 4.7	Grafik Kesilindrisan $K_r = 60^\circ$	47
Gambar 4.7	Grafik Kesilindrisan Sudut Potong Utama (K_r).....	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Hasil Penelitian
Lampiran 2	Grafik Radar Data Hasil Penelitian
Lampiran 3	Tabel Perhitungan Kebulatan Dan Grafik Perbandingan Kebulatan
Lampiran 4	Tabel Nilai Kesilindrisan
Lampiran 5	Perbandingan Dengan Memakai Tabel Westerman
Lampiran 6	Gambar Sudut - Sudut Pahat Bubut HSS

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mesin bubut adalah salah satu mesin perkakas yang digunakan untuk melakukan suatu proses permesinan dan mempunyai tujuan untuk menghasilkan suatu produk. Dalam menghadapi perkembangan teknologi yang berkembang pesat, khususnya pada bidang permesinan. Untuk mendapatkan suatu produk yang baik diperlukan suatu keterampilan khusus dan juga harus memperhatikan aspek-aspek ekonomis sehingga diperoleh hasil yang maksimal dan juga hemat biaya produksi. Bila hal-hal tersebut tidak dimiliki maka barang hasil produksi tersebut tidak bisa dipasarkan, dan apabila tetap dipasarkan maka hasil penjualannya tidak memuaskan karena permintaan pasar harus memenuhi standard kualitas yang baik.

Karakteristik hasil permesinan yang baik salah satunya adalah kesilindrisan hasil proses yang mendekati sempurna. Kesilindrisan hasil proses adalah salah satu penyimpangan yang disebabkan oleh kondisi pemotongan dari proses permesinan, maka proses permesinan harus direncanakan dengan baik. Bertitik tolak dari hal tersebut, tentunya harus diketahui parameter pemotongan yaitu gerak makan (*feeding*) dan putaran spindel yang digunakan untuk membubut bahan, karena dengan gerak makan dan putaran spindel yang tepat maka hasil dari pembubutan akan bagus dan tingkat kesilindrisannya akan mendekati sempurna.

Sudut potong utama (*Cutting edge angle*) merupakan salah satu parameter juga dalam proses permesinan yang berguna dalam pemotongan. Parameter pada proses permesinan sangat berguna sekali dalam menentukan hasil akhir dari suatu produk, dan sudut potong utama merupakan salah satu parameter yang berguna, dan juga berpengaruh terhadap kebulatan/kesilindrisan. Dengan mengubah sudut potong utama, maka kebulatan/kesilindrisan benda kerja juga akan berbeda.

Komponen dengan kebulatan ideal amat sulit dibuat, dengan demikian kita harus mentolerir adanya ketidakbulatan dalam batas-batas tertentu sesuai dengan tujuan/fungsi dari komponen tersebut.

Kebulatan memegang peranan penting dalam hal :

- Membagi beban sama rata.
- Memperlancar pelumasan.
- Menentukan ketelitian putaran.
- Menentukan umur komponen.
- Menentukan kondisi suaian.

Produk yang dihasilkan dari proses pemesinan sangat beraneka ragam, dan salah satunya adalah poros. Material yang digunakan untuk membubut poros ini adalah **ST 37** dan menggunakan pahat **HSS**, kemudian memvariasikan parameter potongnya, yaitu sudut potong utama dan gerak makan.

1.2 Perumusan Masalah

Pada proses permesinan bertujuan untuk menghasilkan suatu produk yang maksimal sesuai yang diharapkan dan salah satunya adalah tingkat kesilindrisan yang mendekati sempurna. Dengan mengacu latar belakang diatas maka dirumuskan beberapa masalah yang ada antara lain:

1. Bagaimana pengaruh sudut potong utama (Kr) dan gerak makan (feeding) terhadap kesilindrisan permukaan suatu benda kerja.

1.3 Batasan Masalah

1. Proses pembubutan adalah proses pembubutan silindris.
2. Analisa yang dilakukan untuk mengetahui tingkat kesilindrisan permukaan pada material baja ST 37 difokuskan pada feeding dan sudut potong utama (Kr), serta pahat yang digunakan adalah pahat HSS.
3. Putaran spindle konstan.
4. Tidak membahas gaya-gaya yang bekerja pada proses pembubutan.
5. Getaran yang di timbulkan oleh mesin bubut diabaikan
6. Kedalaman potong konstan.

1.4 Tujuan Dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan :

Melakukan suatu percobaan pada proses bubut dengan material **ST 37** yang dibubut dengan pahat **HSS** menggunakan variasi gerak makan dan sudut potong utama (Kr), sehingga didapatkan tingkat kesilindrisan (*cylindrical level*) benda kerja yang mendekati hasil kesilindrisan yang sempurna.

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- Mengetahui tingkat kesilindrisan (*cylindrical level*) suatu benda kerja dengan variasi gerak makan (*feeding*) dan sudut potong utama (Kr).
- Didapat hasil yaitu gerak makan (*feeding*), sudut potong utama (Kr) yang terbaik untuk proses bubut ST 37 dengan menggunakan pahat HSS sehingga didapatkan benda kerja dengan nilai kesilindrisan yang mendekati sempurna (mendekati nol).

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- BAB I : Pendahuluan, menjelaskan tentang latar belakang masalah, tujuan dan manfaat penelitian, perumusan masalah, batasan masalah serta sistematika penulisan.
- BAB II : Landasan teori, berisi tinjauan pustaka yang berkaitan sudut potong utama, teori kebulatan, alat ukur kebulatan, lingkaran referensi, grafik radar, perhitungan kebulatan, perhitungan kesilindrisan, dan proses permesinan.
- BAB III : Metode penelitian, menjelaskan peralatan yang digunakan, tempat dan pelaksanaan penelitian, pembuatan spesimen dan proses pengambilan data.
- BAB IV : Data dan Analisis, menjelaskan data hasil pengujian, perhitungan data hasil pengujian serta analisa hasil perhitungan.
- BAB V : Penutup, berisi tentang kesimpulan dan saran.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Produk berkualitas diperoleh dari adanya proses pemesinan yang baik. Setiap proses permesinan memiliki ciri tertentu atas benda kerja yang dihasilkan, antara lain adalah kesilindrisan hasil proses.

Sutara (2003) melakukan penelitian tentang sudut potong utama (K_r) merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi dari hasil kesilindrisan. Semakin kecil sudut potong utama (K_r) maka nilai kesilindrisan semakin besar dengan putaran spindle dan gerak makan konstan.

Muslih (2004) melakukan penelitian bahwa ada pengaruh variasi kecepatan potong (*cutting speed*) dan ketebalan potong (*depth of cut*) terhadap kebulatan pada proses bubut silindris tanpa tail stock pada baja ST 70, hal itu terjadi dikarenakan adanya penyimpangan - penyimpangan akibat adanya getaran pada proses permesinan sehingga akan berpengaruh terhadap hasil kesilindrisan.

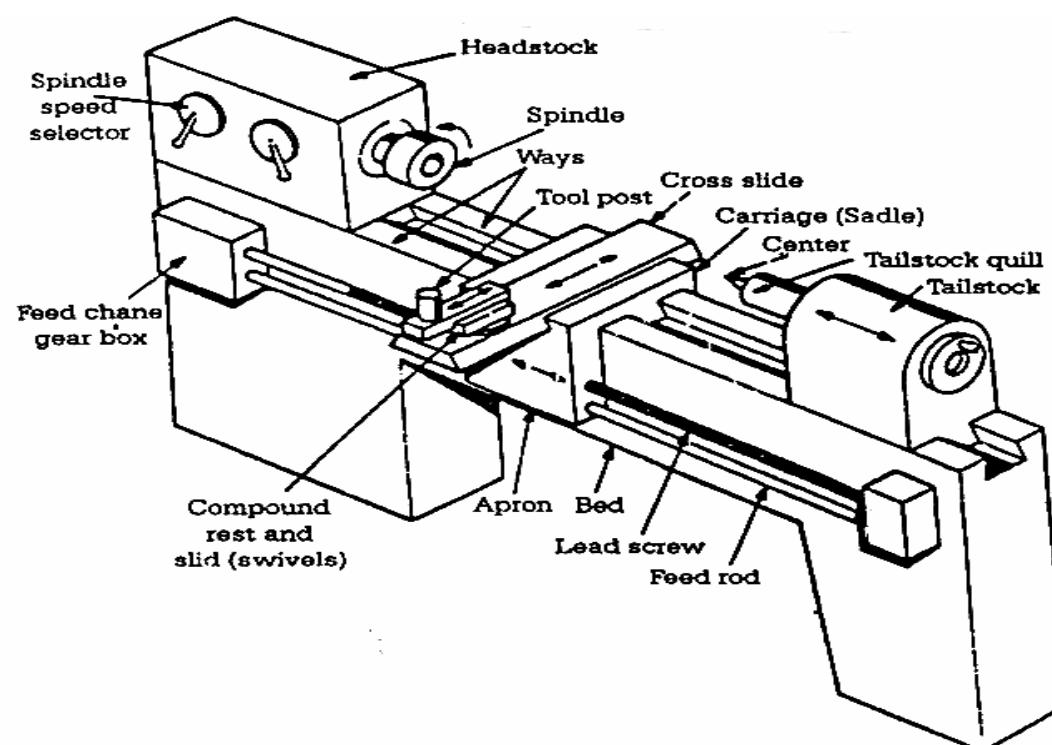
2.2 Mesin Bubut

Mesin bubut (*turning machine*) merupakan mesin perkakas untuk tujuan proses pemotongan logam (*metal cutting proses*). Operasi dasar dari mesin bubut adalah melibatkan benda kerja yang berputar dan *cutting-tool* nya bergerak linear. Kekhususan operasi mesin bubut adalah digunakan untuk memproses benda kerja dengan hasil/bentuk penampang lingkaran atau benda kerja silinder.

Sebab-sebab yang paling memegang peranan digunakannya mesin bubut:

1. Banyak bagian konstruksi mesin (poros, sumbu, pasak, tabung, badan roda, sekrup dan sebagainya) dan juga perkakas (alat meraut, bor, kikir, pembedam dan sebagainya) menurut bentuk dasarnya merupakan benda putar (benda rotasi). Untuk membuat benda kerja ini sering digunakan cara pembubutan.
2. Perkakas mesin bubut relatif sederhana dalam pengoperasiannya dan karenanya juga murah.
3. Proses pembubutan mengelupas serpih secara tak terputus sehingga daya sayat yang baik dapat dicapai.

4



Gambar 2.1. Mesin Bubut
Sumber: Teori dan Teknologi Proses Permesinan (Taufiq Rochim, 1993)

Bagian-bagian utama dari mesin bubut antara lain:

1. *Spindel*: bagian yang berputar (terpasang pada *headstock*) untuk memutar *chuck* (pencekam benda kerja).
2. *Headstock*: bagian dimana transmisi penggerak berada. Komponen (pencekam benda kerja) dihubungkan dengan *spindle* poros transmisi pada bagian *headstock* ini. *Headstock* tersusun dari bagian *workholder spindle*, gear transmisi, parameter tingkat kecepatan *spindle* dan tuas-tuas pengatur. Kecepatan *spindle* bervariasi berkisar 25-1200rpm dengan daya motor penggerak sekitar 30 kW DC.
3. *Tailstock*: bagian yang berfungsi mengatur *center*/titik tengah yang dapat diatur untuk proses bubut parallel maupun taper. *Tailstock* bergerak diatas lintasannya berupa rangkaian gigi *rack* dan *pinion*. Bagian ini juga berfungsi menunjukkan posisi relatif antara benda kerja dan *cutting tool* (pahat).
4. *Tool post*: bagian dimana *cutting tool* (mata pahat) dicekam kuat bersama dengan *toolholder*-nya. Pengencangan *toolholder* pada *tool post* menggunakan tuas skrup. *Tool post* ini terpasang pada *carriage* (meja penghantar)

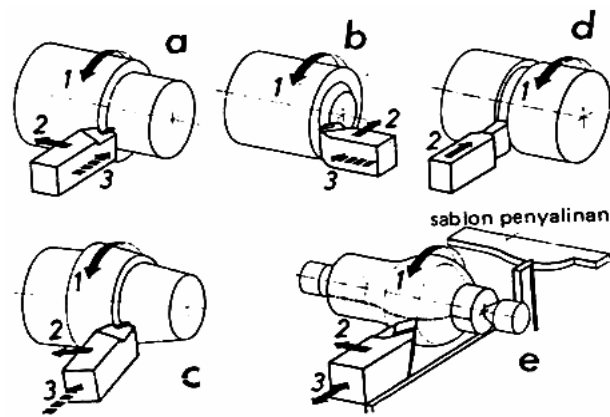
5. *Carriage* (sadel): bagian ini berfungsi menghantarkan *cutting tool* (yang terpasang pada *tool post*) bergerak sepanjang meja bubut saat operasi pembubutan berlangsung. *Carriage*/sadel ini terdiri dari tiga bagian yaitu meja/sadel, *apron*, *cross slider* (meja luncur gerakan menyilang). *Apron* berfungsi mengatur setiap pemakanan dari *cutting tool* terhadap benda kerja yang dibubut. Gerakan *apron* ini dapat diatur manual maupun setting otomatis.
6. *Bed*: meja dimana *headstock*, *tailstock* dan bagian lainnya terpasang kuat diatas meja ini.

Sebagaimana pada pembentukan serpih oleh perkakas tangan (manual), maka pembubutan juga pisau perkakas bubut yang berbentuk pasak (pahat bubut) membenam ke dalam benda kerja, mengalahkan gaya kait mengait antar partikel bahan dengan pertolongan tekanan sayat yang efektif dan menyingkirkannya dalam bentuk serpih (geram). Disini benda kerja yang melaksanakan gerakan utama, gerakan laju dan gerakan penyetelan yang lurus dilakukan oleh perkakas.

Jenis pembubutan menurut arah gerakan laju:

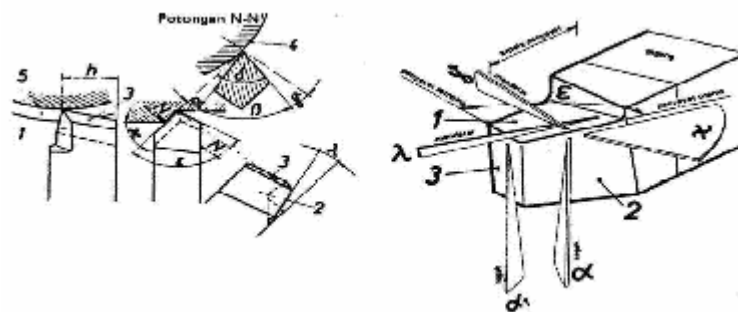
1. Pembubutan memanjang (Gambar 2.2 a). Gerakan laju berlangsung sejajar dengan sumbu putaran. Dengan demikian bidang permukaan luar benda kerja (bidang garapan lengkung) yang digarap. Gerakan penyetelan menempatkan perkakas pada posisi penyayatan yang tepat pada benda kerja setelah setiap penyayatan. Kedalaman tusukan ditentukan oleh penyetelan tegak lurus terhadap sumbu perputaran.
2. Pembubutan membidang (Gambar 2.2 b). Gerakan laju berlangsung tegak lurus terhadap sumbu perputaran. Dengan cara ini dihasilkan bidang rata yang tegak lurus terhadap sumbu perputaran (bidang garapan datar). Arah laju dapat dari luar ke pusat perputaran atau sebaliknya. Penyetelan (kedalaman tusukan) berlangsung sejajar dengan sumbu perputaran setelah setiap penyayatan.
3. Jika gerakan laju berlangsung menyudut/miring terhadap sumbu perputaran, maka dihasilkan kerja yang berbentuk kerucut (Gambar 2.2 c).

4. Pembuatan alur berlangsung hanya dengan gerakan laju tegak lurus terhadap sumbu perputaran (Gambar 2.2 d).
5. Dengan gerakan laju sejajar dan tegak lurus terhadap sumbu perputaran pada saat yang sama dihasilkan benda bulat atau benda rotasi lainnya (Gambar 2.2 e).



Gambar 2.2. Pembentukan geram (*chip*/tatal) Pada Pembubutan
 Sumber: Pengerjaan Logam Dengan Mesin (Ing. Alois Schonmetz dkk)

2.3 Sudut Pahat Bubut



Gambar 2.3. Sudut-sudut pada pahat bubut

Sudut pahat diukur pada saat pahat bubut yang tidak sedang dipakai dan diperhatikan pada waktu pembuatan dan pemeliharaan. Sudut-sudut pahat terpenting adalah sudut pasak, sudut serpih, dan sudut bebas.

Sudut pasak (β) merupakan sudut terpenting pada pembentukan geram. Suatu penyayat dengan sudut pasak yang kecil mudah membenam kedalam bahan dan karenanya hanya memerlukan tenaga sayat yang kecil. Penyayat yang ramping (sudut pasak yang kecil) dipakai untuk bahan kerja yang lunak.

Sudut serpih (γ) mempengaruhi pembentukan serpih dan tekanan sayat. Pada sudut serpih yang kecil, serpih dibelokkan keatas bidang serpih secara drastis sehingga tekanan sayat meningkat. Makin besar sudut serpih, semakin serpih dibelokkan dan disingkirkan. Peningkatan sudut serpih menyebabkan pengecilan sudut pasak yang mengakibatkan pengurangan daya tahan penyayat. Untuk bahan yang padat, keras, dan rapuh, sudut serpih harus kecil. Sudut serpih dapat 0^0 atau bahkan negatif (contohnya pada pembubutan baja tuang, baja yang diperkeras, gelas dan sebagainya).

Sudut bebas (α) memepengaruhi gesekan antara bidang iris bendakerja dengan bidang bebas perkakas. Jika sudut bebas kecil, maka gesekan bertambah. Hal ini mengakibatkan pemanasan yang lebih tinggi dan mempercepat keausan penyayat. Oleh karena jumlah sudut-sudut pahat $\alpha + \beta + \gamma = 90^0$, maka sudut bebas yang terlalu besar memperkecil sudut pasak atau sudut serpih, sebagaimana pula halnya dengan kenyataan bahwa perubahan satu sudut mengakibatkan perubahan salah satu atau kedua sudut lainnya.

2.3.1 Sudut Potong Utama.

Dalam penelitian ini sudut potong utama yang digunakan adalah sudut potong 90° (sudut pasak (β) = 60° , sudut serpih (γ) = 3° , sudut bebas (α) = 27°), sudut potong 70° (β = 50° , γ = 13° , α = 27°) dan sudut potong 60° (β = 34° , γ = 24° , α = 32°).

Sudut potong utama mempunyai peran penting antara lain :

- Menentukan lebar dan tebal geram sebelum terpotong (b dan h)

- Menentukan panjang mata potong aktif atau panjang kontak antara geram dan bidang pahat.
- Menentukan besarnya gaya radial F_x .

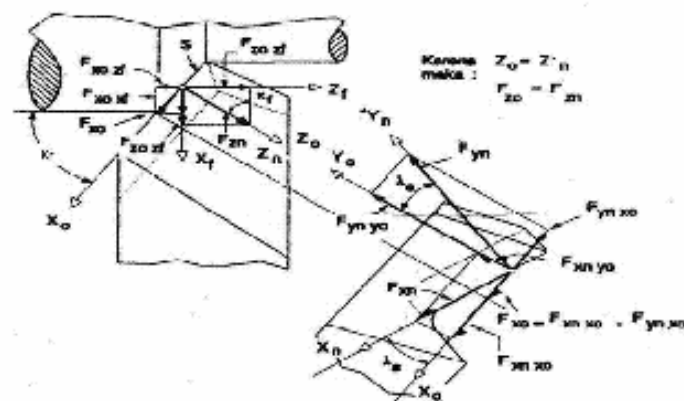
Untuk kedalaman potong a dan gerak makan f yang tetap, maka dengan memperkecil sudut potong utama akan menurunkan tebal geram sebelum terpotong h dan menaikkan lebar geram b , sebagai rumus berikut:

$$h = f \sin K_r \quad (2.1)$$

$$b = a / \sin K_r \quad (2.2)$$

Tebal geram h yang kecil secara langsung akan menurunkan temperatur pemotongan, sedang lebar geram b yang besar akan mempercepat proses perambatan panas pada pahat sehingga temperatur pahat akan relatif rendah. Dengan demikian umur pahat akan lebih tinggi dengan kata lain kecepatan potong dapat lebih dipertinggi untuk menaikkan kecepatan produksi. Akan tetapi, pemakaian sudut potong utama yang kecil tidak selalu menguntungkan sebab akan menaikkan gaya radial F_x .

Gaya radial yang besar mungkin menyebabkan lenturan yang terlalu besar ataupun getaran sehingga menurunkan ketelitian geometrik produksi dan hasil pemotongan terlalu kasar. Tergantung pada kekakuan benda kerja dan pahat serta metode pengecam benda kerja serta sudut akhir atau geometri benda kerja, maka operator mesin dapat memilih pahat dengan sudut K_r yang cocok.



Gambar 2.4. Resultan gaya yang ditimbulkan oleh sudut potong utama

Sumber: Teori Dan Teknologi Proses Permesinan

(Taufik Rochim, 1993)

Untuk bermacam-macam pekerjaan bubut, digunakan bentuk pahat bubut yang paling menguntungkan dalam suatu proses produksi. Penamaan pahat bubut di standarisasikan yakni :

1. Pahat bubut luar.

Pahat bubut untuk mengikis (lurus, bengkok, kiri, kanan, dan sebagainya). Pahat bubut untuk menghaluskan (tajam, lebar dan sebagainya).

Pahat bubut samping untuk pengerjaan bidang-bidang rata dan sebagainya (kanan, kiri, lurus, bengkok).

Pahat bubut tusuk untuk memotong atau membuat alur (dirampingkan dari dua sisi, kekiri atau kekanan).

Pahat bubut membentuk untuk pekerjaan bubut yang memberi bentuk (pahat bubut ulir dapat digolongkan disini).

2. Pahat bubut dalam.

Pahat bubut dalam untuk mengikis dan menghaluskan lubang bor.

Pahat bubut dalam dan pahat bubut sudut untuk membubut habis tepi yang tajam.

Pahat bubut tusuk dalam untuk membuat alur.

Pahat bubut ulir dalam untuk membuat ulir mur.

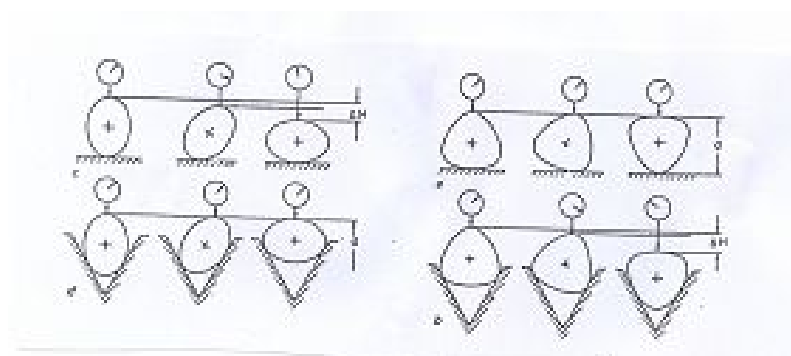
2.4 Kebulatan.

Dalam mesin-mesin atau peralatan teknis lainnya banyak sekali ditemukan komponen-komponen yang mempunyai penampang bulat, baik itu berupa poros, bantalan, roda gigi dengan dimensi kecil seperti halnya pada jam tangan sampai dengan komponen yang berdimensi besar sebagaimana yang dipunyai oleh mesin-mesin tenaga yang berkekuatan megawatt.

2.4.1 Persyaratan Pengukuran Kebulatan

Kebulatan dan diameter adalah merupakan 2 karakter geometris yang berbeda, meskipun demikian mereka saling berkaitan. Ketidakbulatan akan mempengaruhi hasil pengukuran diameter, sebaliknya pengukuran diameter tidak selalu akan menunjukkan ketidakbulatan. Sebagai contoh, penampang poros dengan 2 tonjolan beraturan (*elips*) akan dapat diketahui ketidak bulatannya bila diukur dengan dua sensor dengan posisi bertolak belakang (180°), misalnya dengan mikrometer. Akan tetapi mikrometer tidak akan mampu menunjukkan ketidak bulatan bila digunakan untuk mengukur penampang poros dengan jumlah tonjolan beraturan yang ganjil (3, 5, 7 dan sebagainya).

Pengukuran kebulatan dari poros tersebut adalah dengan cara meletakkan pada *blok-v* dan kemudian memutarnya dengan menempelkan *dial indicator* atau juga dengan menggunakan sensor jam ukur di atasnya adalah merupakan cara klasik untuk mengetahui kebulatan. Bila penampang poros berbentuk elips maka dial indicator tidak dapat menunjukkan penyimpangan yang berarti. Hal ini menunjukkan bahwa sewaktu benda ukur diputar diatas *blok-v* terjadi perpindahan pusat benda ukur, sehingga jarak perpindahan sensor jam ukur akan dipengaruhi.



Gambar 2.5. Metode Pengukuran Kebulatan Dengan Blok-V (60°) .

Sumber: Spesifikasi, Metrologi & Kontrol Kualitas Geometrik
(Taufik Rochim, 2001)

2.4.2 Alat Ukur Kebulatan.

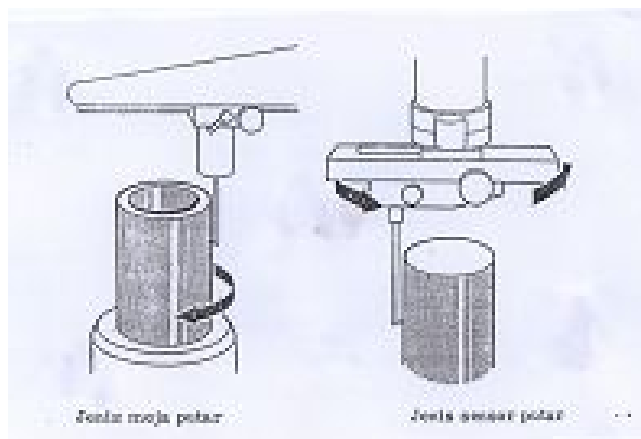
Berdasarkan putarannya, maka alat ukur dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu

1. Jenis dengan sensor putar.
2. Jenis dengan meja putar.

Ciri dari kedua jenis tersebut adalah :

1. Jenis dengan sensor putar.
 - Spindel (poros utama) yang berputar hanya menerima beban yang ringan dan tetap (tekanan pengukuran dan berat sensor ringan). Dengan demikian ketelitian yang tinggi bisa dicapai dengan membuat konstruksi yang ringan.
 - Meja untuk meletakkan benda ukur tidak mempengaruhi sistem pengukuran. Benda ukur yang besar dan panjang tidak merupakan persoalan .

2. Jenis dengan meja putar.
 - Karena sensor tidak berputar, maka berbagai pengukuran yang berkaitan dengan kebulatan dapat dilaksanakan, misalnya konsentrisitas, kesamaan sumbu, kesejajaran, kesilindrisan, kelurusan, dan ketegak lurusan.
 - Berat benda ukur terbatas, karena keterbatasan kemampuan spindel untuk menahan beban, demi menjamin ketelitian.



Gambar 2.6 Dua Jenis Alat Ukur Kebulatan

Sumber: Spesifikasi, Metrologi & Kontrol Kualitas Geometrik
(Taufik Rochim, 2001)

2.4.3 Lingkaran Referensi

Menurut standar Inggris, Amerika, dan Jepang ada empat macam lingkaran referensi yaitu :

1. Lingkaran luar minimum (*Minimum Circumscribed Circle*).

Lingkaran terkecil yang mungkin dibuat diluar profil kebulatan tanpa memotongnya. Ketidak bulatan sama dengan jarak radial dari lingkaran tersebut kelekukan yang paling dalam.

2. Lingkaran dalam maksimum (*Maximum Inscribed Circle*).

Lingkaran terbesar yang mungkin dibuat didalam profil kebulatan tanpa memotongnya. Ketidak bulatan sama dengan jarak radial dari lingkaran tersebut ke tonjolan yang paling tinggi.

3. Lingkaran daerah minimum (*Minimum Zone Circle*).

Dua buah lingkaran konsentris yang melingkupi profil kebulatan sedemikian rupa sehingga jarak radial antara kedua lingkaran tersebut adalah yang terkecil.

Titik tengah dari lingkaran daerah minimum disebut *MZC* atau *Minimum Zone Centre*.

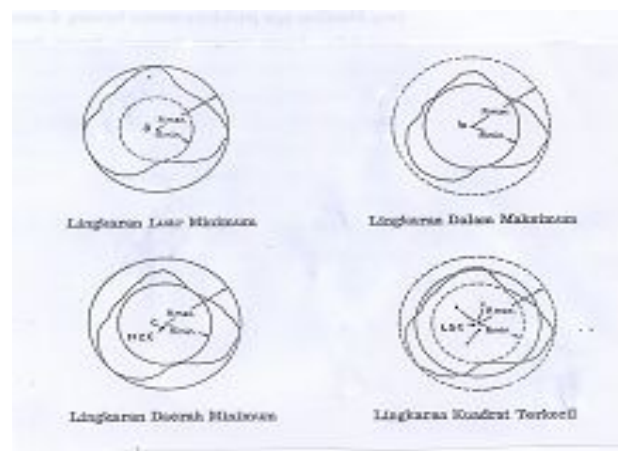
Ketidak bulatan merupakan selisih dari jari – jari kedua lingkaran tersebut dan dinamakan *MRZ* atau *Minimum Radial Zone*.

4. Lingkaran kuadrat terkecil (*Least squares Circle*).

Merupakan lingkaran yang ditentukan berdasarkan profil kebulatan sedemikian rupa sehingga jumlah kuadrat jarak dari sejumlah titik dengan interval sudut yang sama pada profil kebulatan kelingkaran referensi adalah yang paling kecil.

Titik tengah lingkaran kuadrat terkecil dinamakan *LSC* atau *Least Squares Centre*.

Jarak radial harga mutlak rata-rata antara profil kebulatan dengan lingkaran kuadrat terkecil disebut *MLA* atau *Mean Line Average*.



Gambar 2.7 Empat Jenis Lingkaran Referensi Untuk Menentukan Parameter

Kebulatan, Yaitu $\Delta R = R_{\max} - R_{\min}$

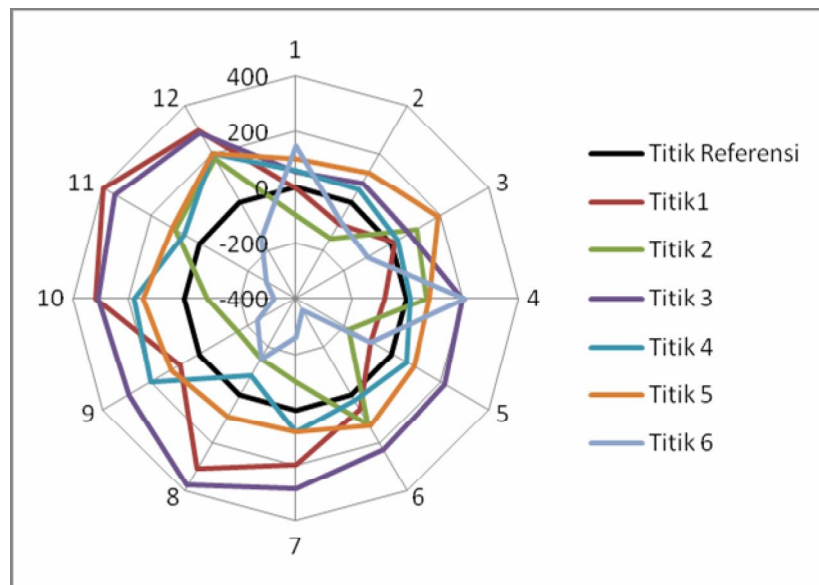
Sumber: Spesifikasi, Metrologi & Kontrol Kualitas Geometrik
(Taufik Rochim, 2001)

2.4.4 Grafik Radar Dari Data Hasil Penelitian.

Grafik radar dibuat berdasarkan nilai yang diperoleh dari pengukuran dengan menggunakan *dial indicator* yang diukur pada 12 posisi untuk masing-masing titik dianalisa. Grafik radar berguna untuk melihat bentuk kebulatan. Dari grafik radar ini dapat diketahui nilai profil permukaan untuk setiap posisi, apabila angka menunjukkan nilai positif maka pada posisi itu menunjukkan permukaan yang tinggi dan apabila

pada suatu posisi bernilai negatif maka permukaan tersebut menunjukkan permukaan yang rendah, dan nilai nol menunjukkan permukaan yang rata. Patokan data grafik radar.

1. Pengambilan data dari hasil benda kerja, pada lingkaran ujung benda kerja (bagian yang paling pertama bersentuhan dengan pahat) dibagi menjadi 12 bagian. Pada bagian memanjang yang telah dibubut diberi tanda sebanyak 6 titik dan setiap titik berjarak 20 mm.
2. Benda kerja diletakkan pada satu buah *v-block* dan satu buah *dial indicator* diletakkan diatas benda kerja.
3. Set-up pada *dial indicator* terlebih dahulu dilakukan dengan mengatur jarum peraba yang menempel pada benda kerja, sehingga nilai yang ditunjukkan pada *dial indicator* tepat pada posisi nol. Posisi nol dalam percobaan ini adalah pada setiap titik 1 dan setiap posisi 1.
4. Pengambilan data pertama dilakukan pada titik 1 dengan cara memutar benda kerja searah jarum jam dari posisi 1 kembali ke posisi 1. Dan selanjutnya jarum peraba *dial indicator* digeser ketitik 2 pada posisi 1 yang juga dilakukan pemutaran benda kerja searah jarum jam dari posisi 1 sampai dengan kembali ke posisi 1. Untuk titik – titik berikutnya dilakukan dengan cara yang sama.
5. Selanjutnya dilakukan pengambilan data pada setiap titik, dimana pada setiap titik terdapat 12 bagian yang harus diambil datanya.
6. Kemudian data-data tersebut dibuat tabel, setelah itu dibuat grafik radar.



Gambar 2.8 Grafik Radar Data Percobaan.
 Sumber: Pengaruh Sudut Potong Utama Pada Kesilindrisan Hasil
 Proses Bubut Silindris (Sutara, 2003)

2.4.5 Perhitungan Kebulatan Dan Grafik Perbandingan Kebulatan.

Perhitungan kebulatan pada setiap titik yang dianalisa diperoleh dengan cara melakukan perhitungan selisih nilai profil maksimum dengan nilai profil minimum.

$$\text{Kebulatan} = R \text{ maksimum} - R \text{ minimum} \quad (2.3)$$

Grafik perbandingan kebulatan diperoleh dengan cara memasukkan nilai kebulatan pada setiap titik pada grafik. Untuk setiap titik memiliki nilai kebulatan yang berbeda. Grafik perbandingan dari data hasil penelitian yang telah dilakukan berguna untuk mengetahui apakah model grafik untuk Kr dan gerak makan yang sama dengan 2 kali percobaan memiliki kemiripan ataupun sebaliknya.

2.5 Perhitungan Nilai Kesilindrisan.

Untuk memperoleh kesilindrisan, maka pada setiap hasil benda kerja yang telah dilakukan proses bubut dilakukan perhitungan kebulatan. Perhitungan kebulatan pada pengamatan ini dilakukan pada 6 titik, dimana pada setiap titik berjarak 20 mm. Dari semua data yang diperoleh untuk setiap sudut potong utama (Kr) dengan gerak makan (f) pada setiap spesimen, kemudian dicari nilai profil maksimum dan nilai profil minimum. Nilai tersebut kemudian dilakukan perhitungan selisih antara nilai maksimum dengan nilai minimum, sehingga hasil tersebut merupakan nilai kesilindrisan.

$$\text{Kesilindrisan} = \text{nilai maksimum} - \text{nilai minimum} \quad (2.4)$$

2.6 Proses Permesinan.

Berdasarkan gambar teknik, dimana dinyatakan spesifikasi geometrik suatu produk komponen mesin, salah satu atau beberapa jenis proses permesinan yang digunakan harus dipilih sebagai suatu proses atau urutan proses yang digunakan untuk membuatnya. Bagi suatu tingkatan proses, ukuran obyektif ditentukan dan pahat harus membuang sebagian benda kerja sampai ukuran obyektif tersebut dicapai. Hal ini dapat dilaksanakan dengan cara menentukan penampang geram (sebelum terpotong). Selain itu setelah berbagai aspek teknologi ditinjau, kecepatan pembuangan geram dapat dipilih supaya waktu pemotongan sesuai yang dikehendaki. Pekerjaan ini akan ditemui dalam setiap perencanaan proses permesinan. Untuk itu perlu lima elemen dasar proses permesinan yaitu:

1. Kecepatan potong (*cutting speed*) : v (m/min)
2. Kecepatan makan (*feeding speed*) : v_f (mm/min)
3. Kedalaman potong (*depth of cut*) : a (mm)
4. Waktu pemotongan (*cutting time*) : t_c (min)
5. Kecepatan penghasilan geram
(*rate of metal removal*) : Z (cm³/min)

Elemen proses permesinan tersebut (v , v_f , a , t_c dan Z) dihitung berdasarkan dimensi benda kerja dan/pahat serta besaran dari mesin perkakas.

Besaran mesin perkakas yang dapat diatur ada bermacam –macam tergantung jenis mesin perkakas. Oleh sebab itu rumus yang dipakai untuk menghitung setiap elemen proses permesinan dapat berlainan. Pada proses bubut benda kerja dipegang oleh pencekam yang dipasang diujung poros utama (*spindle*). Dengan mengatur lengan pengatur, yang terdapat pada kepala diam, putaran poros utama (n) dapat dipilih. Harga putaran poros utama umumnya dibuat bertingkat, dengan aturan yang telah distandarkan misalnya 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800, dan 2000 rpm. untuk mesin bubut dengan putaran motor *variable*, ataupun dengan system transmisi *variable*, kecepatan poros utama tidak lagi bertingkat melainkan berkesinambungan (*continue*). Pahat dipasangkan pada kedudukan pahat dan kedalaman potong (a) diatur dengan menggeserkan peluncur silang melalui roda pemutar (skala pada pemutar menunjukkan selisih harga diameter, dengan demikian kedalaman gerak translasi bersama-sama dengan kereta dan gerak makannya diatur dengan lengan pengatur pada rumah roda gigi. Gerak makan (f) yang tersedia pada mesin bubut bermacam-macam dan menurut tingkatan yang telah di standarkan, misalnya;...0,1 0.112, 0.125, 0.14, 0.16,...(mm/rev).

Elemen dasar dari proses bubut dapat diketahui atau dihitung dengan menggunakan rumus dibawah:

Benda kerja; d_0 = diameter mula (mm)
 d_m = diameter akhir (mm)
 ℓ_t = panjang permesinan (mm)

Pahat; κ_r = sudut potong utama
 γ_0 = sudut geram

Mesin bubut; a = kedalaman potong (mm)
 $A = (d_0 - d_m)/2$ (mm)
 f = gerak makan
 n = putaran poros utama (r/min)

Elemen dapat dihitung dengan rumus-rumus berikut:

$$1. \text{ Kecepatan potong: } v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ (m/min)} \quad (2.5)$$

dimana, d = diameter rata-rata, yaitu

$$d = (d_0 + d_m) / 2 \text{ (mm)}$$

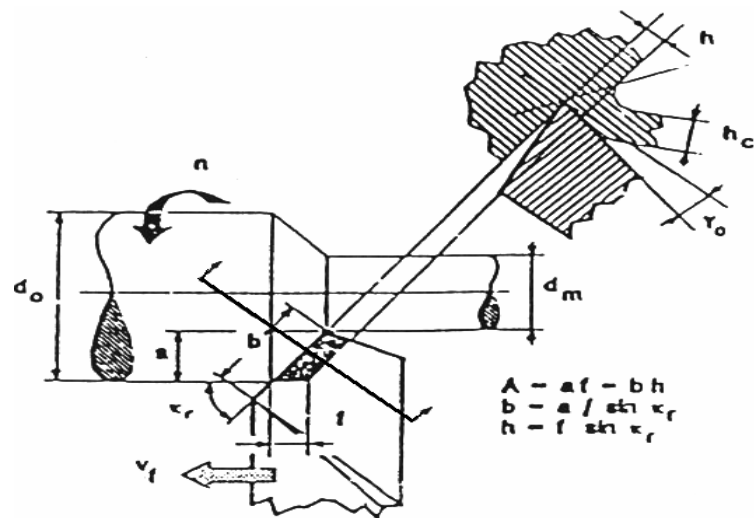
$$2. \text{ Kecepatan makan: } v_f = f \cdot n \text{ (mm/min)} \quad (2.6)$$

$$3. \text{ Waktu pemotongan: } t_c = \ell / v_f \text{ (min)} \quad (2.7)$$

$$4. \text{ Kecepatan penghasilan geram: } Z = A \cdot v \quad (2.8)$$

dimana, penampang geram sebelum terpotong $A = f \cdot a \text{ (mm}^2\text{)}$

$$\text{maka, } Z = f \cdot a \cdot v \text{ (mm}^3\text{/min)} \quad (2.9)$$



Gambar 2.9. Proses Bubut

Sumber: Teori dan Teknologi Proses Permesinan (Taufiq rochim,1993)

Pada gambar 2.9 diperlihatkan sudut potong utama (κ_r , principal cutting edge angle) yaitu merupakan sudut antara mata potong mayor (proyeksi pada bidang referensi) dengan kecepatan makan v_f . besarnya sudut tersebut ditentukan oleh geometri pahat dan cara pemasangan pahat pada mesin perkakas (orientasi pemasangannya). Untuk harga a dan f yang tetap maka sudut ini menentukan besarnya lebar pemotongan (b , *width of cut*) dan tebal geram sebelum terpotong (h , *under formed chip thickness*) sebagai berikut:

$$\text{- lebar pemotongan: } b = a / \sin \kappa_r \text{ (mm)} \quad (2.10)$$

$$\text{- tebal geram sebelum terpotong: } h = f \sin \kappa_r \text{ (mm)} \quad (2.11)$$

Dengan demikian penampang geram sebelum terpotong dapat dituliskan sebagai berikut:

$$A = f.a = b.h \text{ (mm}^2\text{/rev)}. \quad (2.12)$$

2.6 Pahat Bubut

Perkakas yang penting bagi tukang bubut adalah pahat bubut. Perkakas lainnya: Bor, Penitik, Kikir dan sebagainya.

Di dalam bengkel masih digunakan istilah “baja bubut” , istilah ini tidak tepat lagi karena pisau bubut dapat dibuat dari bahan lain.

Bagian dari pahat bubut adalah kepala penyayat (mempunyai sisi penyayat) dan batang/gagang (untuk mengeratkan). Terhadap pahat bubut diajukan persyaratan tinggi:

- Keausan penyayat harus rendah waktu pembentukan serpih (waktu ketahanan).
- Kebutuhan gaya untuk menyerpih harus kecil.
- Hasil kerja yang dikehendaki harus terjadi dalam waktu kerja yang sesingkat mungkin.

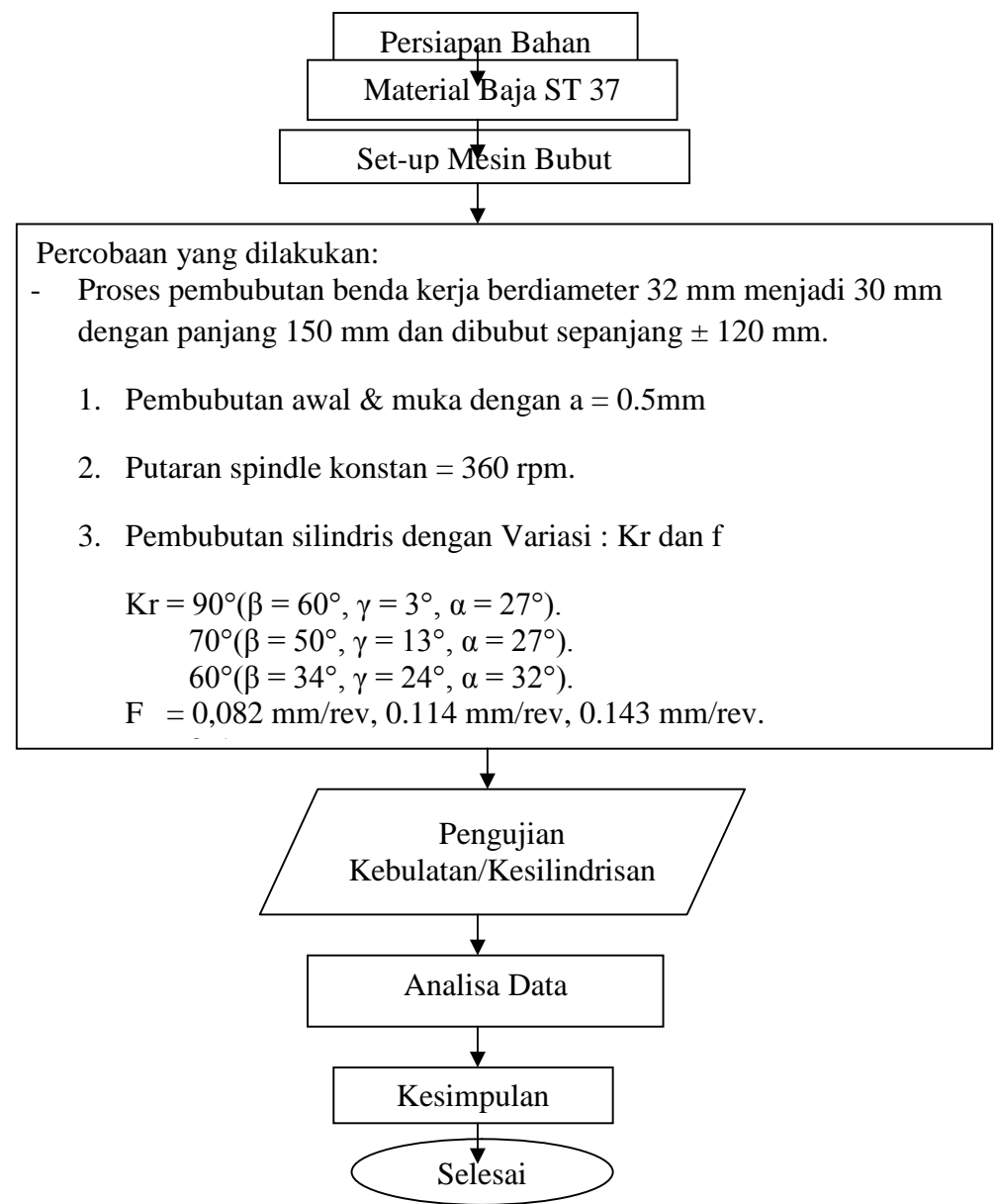
Persyaratan-persyaratan ini hanya dapat dipenuhi jika pahat bubut untuk pengerjaan yang dikehendaki mempunyai bentuk yang tepat dan bahan perkakas dapat mengimbangi persyaratan.

Pada penelitian ini pahat yang digunakan adalah pahat HSS (*High Speed Steel*). Pada tahun 1898 ditemukan jenis baja paduan tinggi dengan unsur paduan krom (Cr) dan tungsten / wolfram (W). Melalui proses penuangan (*molten metallurgy*) kemudian diikuti pengerolan ataupun penempaan baja ini dibentuk menjadi batang silinder. Pada kondisi lunak (*annealed*) bahan tersebut dapat diproses secara permesinan menjadi bentuk pahat potong. Setelah proses laku panas dilakukan, kekerasannya akan meningkat sehingga dapat digunakan untuk kecepatan potong yang tinggi. Apabila telah aus pahat HSS (*High Speed Steel*) dapat diasah sehingga mata potongnya dapat tajam kembali. Karena sifat keuletan yang relatif baik maka sampai saat ini berbagai jenis pahat HSS (*High Speed Steel*) masih banyak digunakan.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian yang dilakukan dalam percobaan ini seperti terlihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Metode Pengumpulan Dan Pengolahan Data.

Dalam penyusunan ini r₂₂ unakan langkah pendekatan dalam usaha untuk mendapatkan datayang diperiukan sehingga memperoleh hasil yang optimal yaitu:

3.2.1 Persiapan.

Pertama yang dilakukan adalah persiapan, dalam hal ini menyangkut pemilihan bahan dan jenis pahat yang akan digunakan dalam penelitian.

3.2.2 Metode Pengumpulan Data

Dalam Penyusunan skripsi ini menggunakan beberapa metode untuk mendapatkan data yaitu:

1. Metode Pustaka

Yaitu dengan melakukan pengumpulan data-data teori yang diperoleh dari membaca buku ataupun mempelajari literature yang berhubungan dengan penelitian ini.

2. Metode Pengujian

Yaitu melakukan pengambilan data yang didapat dari hasil pengujian. Hasil yang didapat akan dipelajari dan dibahas sehingga memperoleh kesimpulan.

3. Metode Observasi

Yaitu melakukan suatu pengamatan dan pencatatan terhadap benda kerja yang telah diuji sehingga menghasilkan data.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Peralatan

a. Mesin Bubut

Peralatan yang digunakan dalam melaksanakan proses permesinan ini adalah mesin bubut konvensional, yaitu:

- Jenis : bubut.
- Merk : C06230/914



Gambar 3.2 Mesin bubut

b. Gergaji Baja

Digunakan untuk memotong benda kerja yang diinginkan yaitu 150mm.



c. Pahat.

Pahat l (High Speed Steel).



Gambar 3.4 Pahat bubut HSS

d. *Dial indicator.*

Alat yang digunakan untuk menstabilkan putaran benda kerja pada saat proses pembubutan dan juga sebagai alat untuk mengukur kebulatan atau

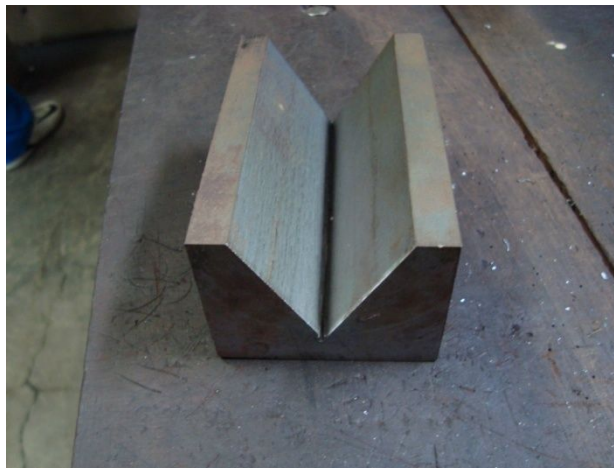
kesilindrisan benda kerja. *Dial indicator* yang digunakan dengan merk Mitutoyo yang memiliki satuan mikro meter.



Gambar 3.5 Dial Indicator

g. Blok - V

Alat untuk mengukur kesilindrisan benda kerja. Blok-V yang digunakan adalah Blok – V yang bersudut 60° .



Gambar 3.6 Blok - V

3.3.2 Bahan yang digunakan.

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah Baja St 37.



Gambar 3.7 Benda kerja St 37 sesudah dibubut.

3.4 Langkah-langkah Penelitian

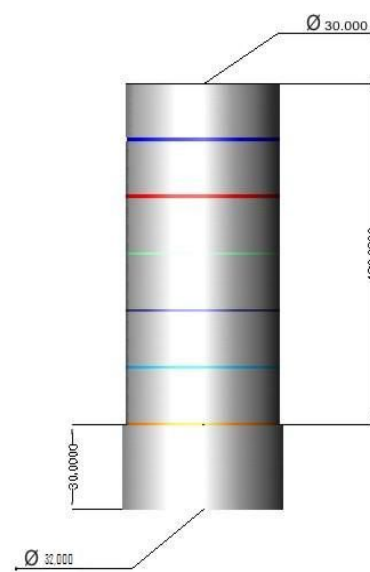
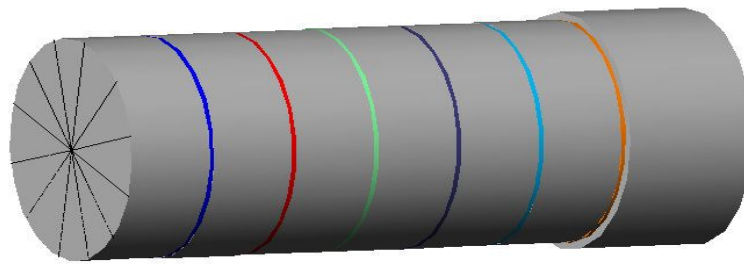
1. Mempersiapkan dimensi benda kerja yang akan digunakan, yaitu baja ST 37 yang berdiameter 32 mm dipotong dengan panjang 150 mm sebanyak 18 benda kerja.
2. Melakukan set up pada mesin bubut antara lain kedalaman potong (a), gerak makan (f) dan putaran *spindle* (n) konstan. Pada proses ini kedalaman potongnya konstan yaitu 0,5 mm tetapi variasi sudut potong pahat (K_r) dan gerak makannya yaitu dengan memakai pahat dengan sudut potong 90° ($\beta = 60^\circ, \gamma = 3^\circ, \alpha = 27^\circ$), 70° ($\beta = 50^\circ, \gamma = 13^\circ, \alpha = 27^\circ$), 60° ($\beta = 34^\circ, \gamma = 24^\circ, \alpha = 32^\circ$) dan gerak makan / *feeding* 0,082 mm/rev, 0,114 mm/rev, 0,143 mm/rev.
3. Melakukan proses permesinan yang digunakan untuk penelitian yaitu proses bubut awal dengan kedalaman potong 0,5 mm, hal ini bertujuan untuk mengurangi diameter dari 32 mm menjadi 31 mm dan juga untuk meratakan benda kerja agar silindris. Selanjutnya pembubutan akhir dengan kedalaman potong 0,5 mm yaitu dari diameter 31 mm menjadi 30 mm, dimana pada saat melaksanakan proses bubut yang kedua ini proses pembubutannya tanpa menggunakan *tail stock* dan menggunakan pahat dengan variasi sudut potong (K_r).
4. Pengulangan proses bubut dengan variasi gerak pemakanan dan sudut potong pahat yang berbeda, yaitu sebanyak 2 kali percobaan agar dicapai hasil pengukuran yang lebih spesifik dan akurat.

5. Setiap satu kali proses pembubutan, maka pahat yang telah digunakan harus diganti yang baru sesuai sudut potong utama(Kr). Jadi setiap pembubutan benda kerja menggunakan pahat baru.
6. Melakukan pengukuran kesilindrisan/kebulatan permukaan benda hasil bubut.
7. Membuat table data tentang kebulatan permukaan benda yang diuji dan table tentang kesilindrisan.
8. Mengolah data yang diperoleh.

3.5 Pengambilan Data

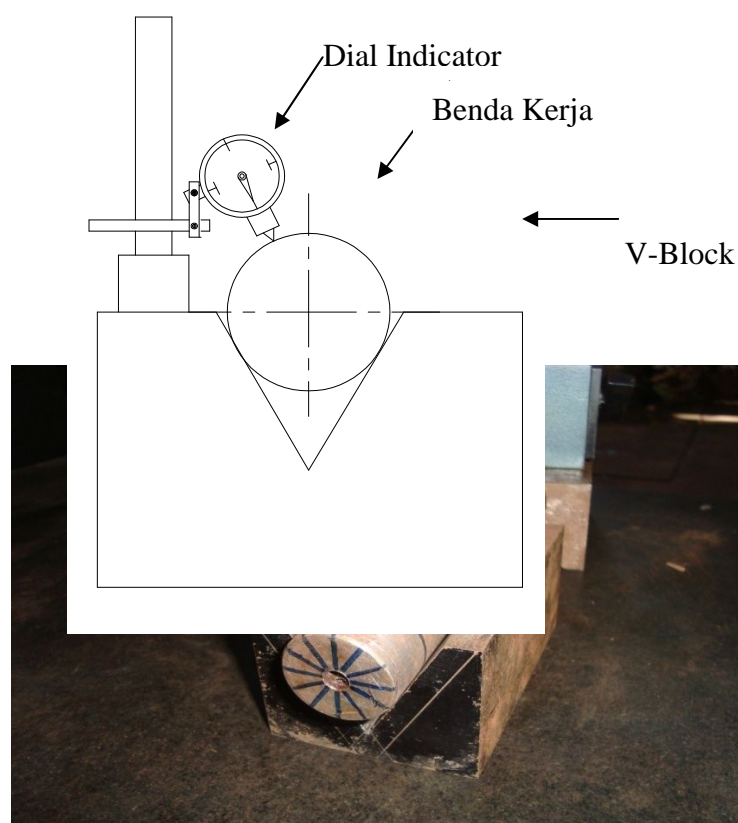
1. Pengambilan data dari hasil benda kerja, pada lingkaran ujung benda kerja (bagian yang paling pertama bersentuhan dengan pahat) dibagi menjadi 12 bagian. Pada bagian memanjang yang telah dibubut diberi tanda sebanyak 6 titik dan setiap titik berjarak 20 mm.
2. Benda kerja diletakkan pada satu buah *v-block* dan satu buah dial indicator diletakkan diatas benda kerja.
3. Set up pada dial indicator terlebih dahulu dilakukan dengan mengatur jarum peraba yang menempel pada benda kerja, sehingga nilai yang ditunjukkan pada dial indicator tepat pada posisi nol. Posisi nol dalam percobaan ini adalah pada setiap titik 1 dan pada setiap posisi 1.
4. Pengambilan data pertama dilakukan pada titik 1 dengan cara memutar benda kerja searah jarum jam dari posisi 1 kembali ke posisi 1. Dan selanjutnya jarum peraba Dial Indicator digeser ketitik 2 pada posisi 1 yang juga dilakukan pemutaran benda kerja searah jarum jam dari posisi 1 sampai dengan kembali ke posisi 1. Untuk titik – titik berikutnya dilakukan dengan cara yang sama.
5. Selanjutnya dilakukan pengambilan data pada setiap titik, dimana pada setiap titik terdapat 12 bagian yang harus diambil datanya.
6. Data yang diperoleh kemudian dimasukkan kedalam tabel, yang selanjutnya dilakukan analisa kesilindrisan.

a. Benda Kerja.

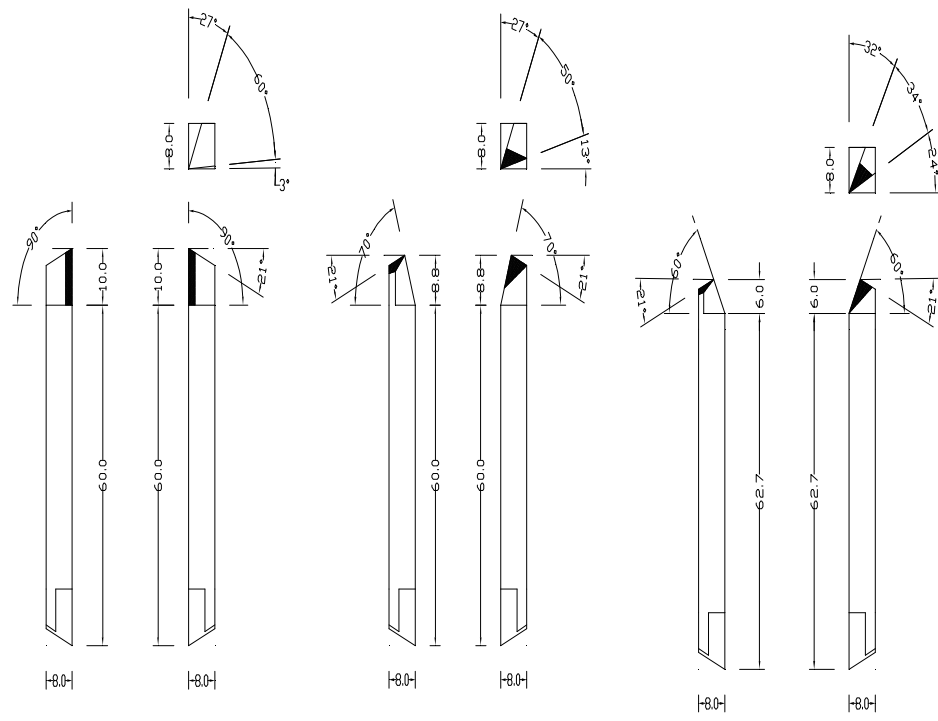


Gambar 3.8 Benda Kerja (spesimen uji).

b. Pengujian Kesilindrisan.



Gambar 3.9 Pengujian Kesilindrisan.



Gambar 3.10 Pahat HSS dengan Pemakaian Sudut Potong $K_r = 90^\circ$
 $(\beta = 60^\circ, \gamma = 3^\circ, \alpha = 27^\circ)$, 70° $(\beta = 50^\circ, \gamma = 13^\circ, \alpha = 27^\circ)$, dan 60° $(\beta = 34^\circ, \gamma = 24^\circ, \alpha = 32^\circ)$.

BAB IV

DATA DAN ANALISIS

4.1 PERHITUNGAN ELEMEN DASAR DARI PROSES BUBUT.

4.1.1 Kecepatan Potong (v).

Menurut jurnal Pengaruh Sudut Potong Utama Pada kesilindrisan Hasil Proses Bubut Silindris (Sutara, 2003) untuk mencari putaran spindle (n) dengan diameter benda kerja 32 mm diperoleh dengan memakai rumus yaitu :

Diameter awal (do) = 32 mm.

Diameter akhir (dm) = 30 mm.

$$n = \frac{1000 \times dm}{3.14 \times do}$$

$$= \frac{1000 \times 30}{3.14 \times 32}$$

$$= 298.56 \text{ rpm} \approx 360 \text{ rpm}$$

Setelah didapatkan putaran spindle kemudian dimasukkan ke rumus kecepatan potong yaitu :

$$d = (do + dm) / 2 \text{ (mm)}.$$

$$d = (32 + 30) / 2$$

$$= 31 \text{ mm}$$

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ (m/min)}$$
$$= \frac{3.14 \times 31 \times 360}{1000}$$

$$= 35.0424 \text{ m/min}.$$

Sesuai dengan batas kecepatan potong antara 15 sampai 40 m/min pada pemakaian pahat HSS pada buku Teori Dan Teknologi Proses Permesinan (Taufik Rochim, 1993).

4.1.2 Kecepatan Makan (vf).

$$vf = f \times n \text{ (mm/min)} \quad 32$$

- Untuk gerak makan (f) = 0.082 mm/r.

$$vf = 0.082 \text{ mm/r} \times 360 \text{ rpm}$$

$$= 29.52 \text{ mm/min}.$$

- Untuk gerak makan (f) = 0.114 mm/r.

$$\begin{aligned}vf &= 0.114 \text{ mm/r} \times 360 \text{ rpm} \\&= 41.04 \text{ mm/min.}\end{aligned}$$

- Untuk gerak makan (f) = 0.143 mm/r.

$$\begin{aligned}vf &= 0.143 \text{ mm/r} \times 360 \text{ rpm} \\&= 51.48 \text{ mm/min.}\end{aligned}$$

4.1.3 Waktu Pemotongan (t_c).

$$\ell_t = 120 \text{ mm.}$$

$$t_c = \ell_t / v_f \text{ (min)}$$

- Untuk f = 0.082 mm/r.

$$\begin{aligned}t_c &= 120 \text{ mm} / 29.52 \text{ mm/min} \\&= 4.06 \text{ min.}\end{aligned}$$

- Untuk f = 0.114 mm/r.

$$\begin{aligned}t_c &= 120 \text{ mm} / 41.04 \text{ mm/min} \\&= 2.92 \text{ min.}\end{aligned}$$

- Untuk f = 0.143 mm/r.

$$\begin{aligned}t_c &= 120 \text{ mm} / 51.48 \text{ mm/min} \\&= 2.33 \text{ min.}\end{aligned}$$

4.1.4 Kecepatan Penghasilan Geram (Z).

Kedalaman potong (a) = 0.5 mm.

Kecepatan potong (v) = 35.0424 m/min

$$Z = f.a.v \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}).$$

- Untuk f = 0.082 mm/r.

$$\begin{aligned}Z &= 0.082 \text{ mm/r} \times 0.5 \text{ mm} \times 35.0424 \text{ m/min} \\&= 1.4367 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}.\end{aligned}$$

- Untuk f = 0.114 mm/r.

$$Z = 0.114 \text{ mm/r} \times 0.5 \text{ mm} \times 35.0424 \text{ m/min}$$

$$= 1.9974 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$$

- Untuk $f = 0.143 \text{ mm/r}$.

$$Z = 0.143 \text{ mm/r} \times 0.5 \text{ mm} \times 35.0424 \text{ m/min}$$

$$= 2.5055 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$$

4.1.5 Penampang geram (A).

$$A = f \times a \text{ (mm}^2 \text{)}$$

- Untuk $f = 0.082 \text{ mm/r}$

$$A = 0.082 \text{ mm/r} \times 0.5 \text{ mm}$$

$$= 0.041 \text{ mm}^2$$

- Untuk $f = 0.114 \text{ mm/r}$

$$A = 0.114 \text{ mm/r} \times 0.5 \text{ mm}$$

$$= 0.057 \text{ mm}^2$$

- Untuk $f = 0.143 \text{ mm/r}$

$$A = 0.143 \text{ mm/r} \times 0.5 \text{ mm}$$

$$= 0.0715 \text{ mm}^2$$

Dari perhitungan elemen dasar dari proses bubut, didapatkan bahwa gerak makan berpengaruh besar terhadap nilai kesilindrisan permukaan. Pada $n = 360 \text{ rpm}$ (konstan), pada gerak makan (f) = (0.082 mm/r, 0.114 mm/r, 0.143 mm/r), dan dengan kedalaman potong (a) = 0.5 mm diperoleh rata – rata nilai kesilindrisan yang semakin meningkat. Dengan bertambahnya gerak makan didapatkan nilai kesilindrisan permukaan semakin meningkat, hal ini disebabkan semakin besar gerak makan akan mengakibatkan waktu pemotongan semakin cepat. Dengan waktu pemotongan semakin cepat mengakibatkan kecepatan pemakanan akan naik dan menyebabkan kecepatan penghasilan geram semakin besar. Gerak makan juga berpengaruh terhadap penampang geram, semakin besar gerak makan, penampang geram juga semakin besar hal ini disebabkan penampang geram yang besar akan

menyebabkan terjadi lenturan pada benda kerja dan nilai kesilindrisannya semakin besar.

4.1.6 Lebar Pemotongan dan Tebal Geram (b dan h).

4.1.6.1 Lebar Pemotongan (b)

Kedalaman potong (a) = 0.5 mm.

Lebar pemotongan: $b = a / \sin \kappa_r$ (mm).

- Untuk $\kappa_r = 90^\circ$ dengan a = 0.5 mm (konstan).

$$\begin{aligned} b &= 0.5 \text{ mm} / \sin 90 \\ &= 0.5 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Untuk $\kappa_r = 70^\circ$ dengan a = 0.5 mm (konstan).

$$\begin{aligned} b &= 0.5 \text{ mm} / \sin 70 \\ &= 0.53 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Untuk $\kappa_r = 60^\circ$ dengan a = 0.5 mm (konstan).

$$\begin{aligned} b &= 0.5 \text{ mm} / \sin 60 \\ &= 0.57 \text{ mm} \end{aligned}$$

4.1.6.2 Tebal geram (h).

Tebal geram sebelum terpotong : $h = f \sin \kappa_r$ (mm)

- Untuk f = 0.082, 0.114, 0.143 (mm/r) dengan $\kappa_r = 90^\circ$

$$\begin{aligned} h &= 0.082 \times \sin 90 \\ &= 0.082 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h &= 0.114 \times \sin 90 \\ &= 0.114 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h &= 0.143 \times \sin 90 \\ &= 0.143 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Untuk f = 0.082, 0.114, 0.143 (mm/r) dengan $\kappa_r = 70^\circ$

$$\begin{aligned} h &= 0.082 \times \sin 70 \\ &= 0.077 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$h = 0.114 \times \sin 70$$

$$= 0.107 \text{ mm}$$

$$h = 0.143 \times \sin 70$$

$$= 0.134 \text{ mm.}$$

- Untuk $f = 0.082, 0.114, 0.143 \text{ (mm/r)}$ dengan $Kr = 60^\circ$

$$h = 0.082 \times \sin 60$$

$$= 0.071 \text{ mm}$$

$$h = 0.114 \times \sin 60$$

$$= 0.098 \text{ mm}$$

$$h = 0.143 \times \sin 60$$

$$= 0.123 \text{ mm}$$

Dari perhitungan lebar pemotongan dan tebal geram (b dan h), didapatkan bahwa sudut potong utama (Kr) berpengaruh besar terhadap nilai kesilindrisan permukaan. Pada ($Kr = 90^\circ$ ($\beta = 60^\circ$, $\gamma = 3^\circ$, $\alpha = 27^\circ$), 70° ($\beta = 50^\circ$, $\gamma = 13^\circ$, $\alpha = 27^\circ$) dan 60° ($\beta = 34^\circ$, $\gamma = 24^\circ$, $\alpha = 32^\circ$) diperoleh bahwa semakin kecil sudut potong utama (Kr), lebar pemotongan geram (b) semakin besar dan dengan bertambahnya gerak makan akan menurunkan tebal geram (h). Tebal geram (h) yang kecil akan menurunkan temperatur pemotongan, sedang lebar geram (b) yang besar akan mempercepat proses perambatan panas pada pahat sehingga temperatur pahat akan relatif rendah sehingga umur pahat akan lebih tinggi dan kecepatan potong dapat dinaikkan, tapi pemakaian sudut potong utama yang kecil tidak menguntungkan karena menyebabkan lenturan pada benda kerja dan nilai kesilindrisannya semakin besar.

4.2 Data Hasil Penelitian.

Data hasil penelitian diambil pada setiap spesimen dan dibedakan menurut sudut potong utama (Kr) dan gerak makan (f). Dalam penelitian ini, pengambilan data dilakukan pada setiap titik (setiap spesimen terdapat 6 titik) dan setiap titik terdapat 12 posisi. Percobaan untuk setiap variasi Sudut Potong Utama (Kr) dan Gerak Makan (f) dilakukan sebanyak 2 kali/2 spesimen.

Berikut ini contoh tabel data hasil penelitian

Tabel 4.1 :Data hasil penelitian $Kr = 90^\circ$ ($\beta = 60^\circ$, $\gamma = 3^\circ$, $\alpha = 27^\circ$). dan
 $F = 0.082 \text{ mm/r}$ spesimen 1

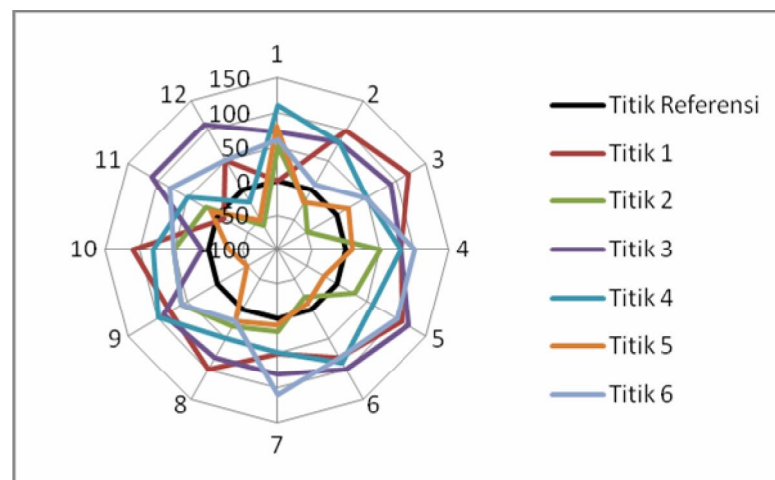
Posisi	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	Titik 6
1	0	50	70	110	80	60
2	100	-20	80	80	-20	10
3	120	-50	90	50	20	50
4	80	50	80	80	10	100
5	110	30	120	60	-20	100
6	80	-20	100	90	-10	80
7	50	20	80	50	10	110
8	100	30	80	50	20	20
9	80	60	90	100	-50	60
10	110	50	10	80	-30	50
11	-10	20	110	50	10	80
12	50	-60	110	-20	-50	50

Selanjutnya tabel data hasil penelitian untuk sudut potong utama 90° ($\beta = 60^\circ, \gamma = 3^\circ, \alpha = 27^\circ$), 70° ($\beta = 50^\circ, \gamma = 13^\circ, \alpha = 27^\circ$), 60° ($\beta = 34^\circ, \gamma = 24^\circ, \alpha = 32^\circ$). dengan gerak makan 0.082 mm/r, 0.114 mm/r, 0.143 mm/r dilampirkan pada lampiran 1.

4.3 Grafik Radar Dari Hasil Penelitian.

Grafik radar dibuat berdasarkan nilai yang diperoleh dari pengukuran dengan menggunakan *dial indicator* yang diukur pada 12 posisi untuk masing-masing titik dianalisa. Grafik radar berguna untuk melihat bentuk kebulatan. Dari grafik radar ini dapat diketahui nilai profil permukaan untuk setiap posisi, apabila angka menunjukkan nilai positif maka pada posisi itu menunjukkan permukaan yang tinggi dan apabila pada suatu posisi bernilai negatif maka permukaan tersebut menunjukkan permukaan yang rendah, dan nilai nol menunjukkan permukaan yang rata.

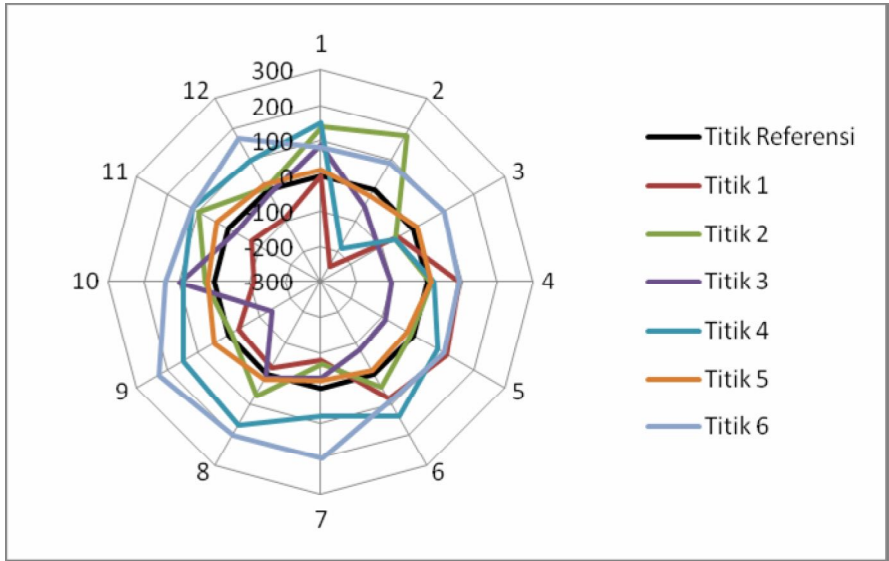
Dibawah ini contoh grafik radar data hasil penelitian.



Gambar 4.1. Grafik Radar $Kr = 90^\circ$ ($\beta = 60^\circ, \gamma = 3^\circ, \alpha = 27^\circ$). dan $F = 0.082$ mm/r (spesimen 1).

Grafik radar untuk sudut potong utama 90° ($\beta = 60^\circ, \gamma = 3^\circ, \alpha = 27^\circ$), 70° ($\beta = 50^\circ, \gamma = 13^\circ, \alpha = 27^\circ$), 60° ($\beta = 34^\circ, \gamma = 24^\circ, \alpha = 32^\circ$) dengan gerak makan 0.082 mm/r, 0.114 mm/r, 0.143 mm/r dilampirkan pada lampiran 2.

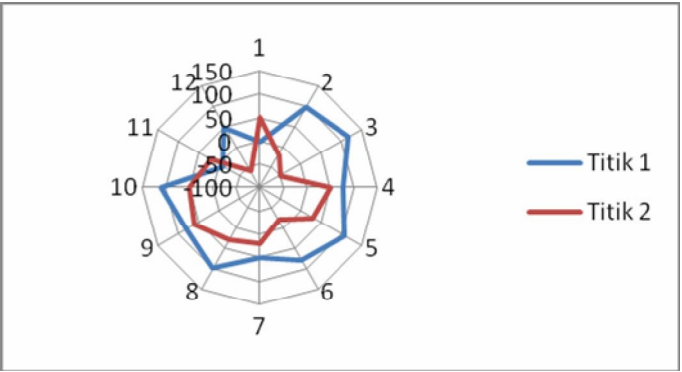
Grafik radar untuk perbandingan dengan menggunakan standart turning
(menggunakan table westerman).



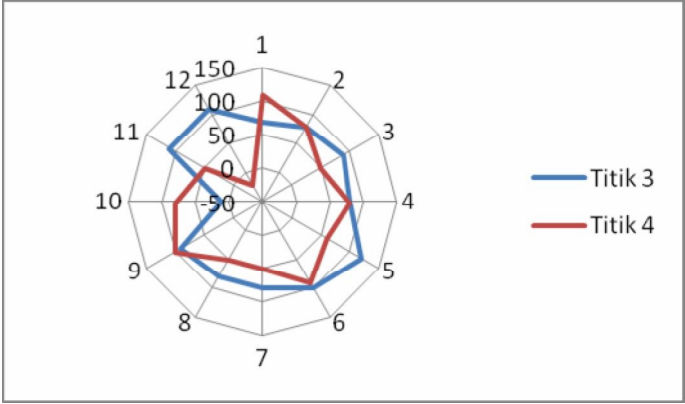
Gambar 4.2 Grafik radar $K_r = 90^\circ$ dengan menggunakan variasi standart turning (tabel westerman).

Perbandingan dengan menggunakan pahat sudut potong utama (K_r) = 90° ($\beta = 60^\circ$, $\gamma = 3^\circ$, $\alpha = 27^\circ$) variasi standart turning ($v = 60$ m/min, $f = 0,2$ mm/r, $n = 600$ rpm) didapatkan bahwa nilai kesilindrisan benda kerja lebih besar dibandingkan dengan menggunakan variasi $f = 0.082$ mm/rev dan $n = 360$ rpm. Nilai kesilindrisannya = $480 \mu\text{m}$.

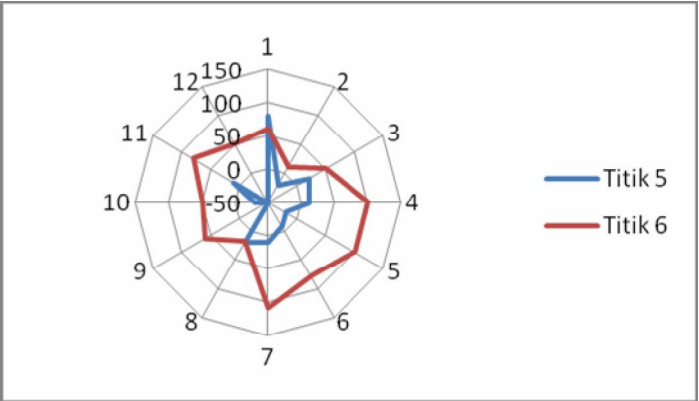
Dibawah ini contoh profil permukaan pada setiap titik untuk $K_r = 90^\circ$ ($\beta = 60^\circ$, $\gamma = 3^\circ$, $\alpha = 27^\circ$) dan $F = 0,082$ mm/r pada spesimen 1.



Gambar 4.3.a. Profil permukaan titik 1 dan titik 2.



Gambar 4.3.b. Profil permukaan titik 3 dan 4.



Gambar 4.3.a. Profil permukaan titik 5 dan 6.

Pada gambar 4.3.a. dipelihatkan bahwa profil permukaan pada titik 1 dan 2 berbeda yaitu profil titik 1 lebih besar dari titik 2, dan mempengaruhi nilai kebulatannya.

Pada gambar 4.3.b. diperlihatkan bahwa profil permukaan pada titik 3 dan 4 berbeda yaitu profil titik 3 lebih besar dari titik 4, dan itu mempengaruhi nilai kebulatannya.

Pada gambar 4.3.c. diperlihatkan bahwa profil permukaan titik 5 dan titik 6 berbeda yaitu profil titik 5 lebih kecil dari titik 6, dan itu mempengaruhi nilai kebulatannya.

4.4 Perhitungan Kebulatan Dan Grafik Perbandingan Kebulatan.

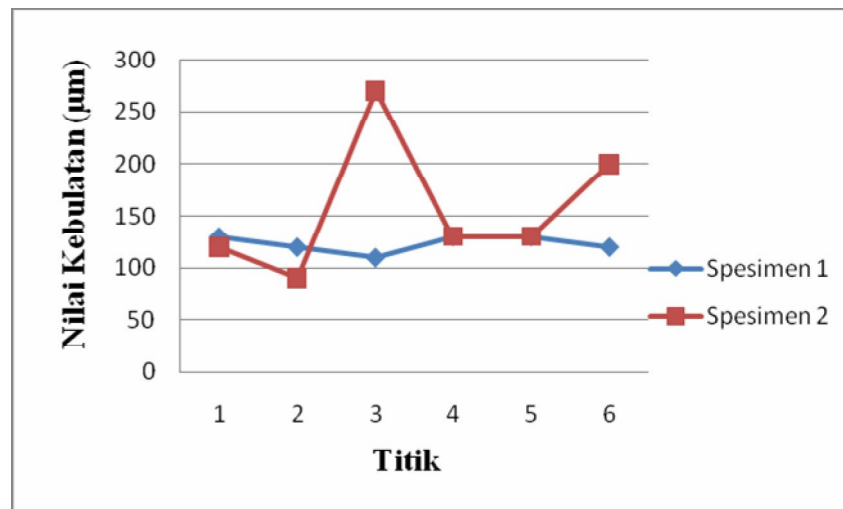
Berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan kebulatan dan grafik perbandingan kebulatan untuk sudut potong utama 90° ($\beta = 60^\circ, \gamma = 3^\circ, \alpha = 27^\circ$) dengan gerak makan 0.082 mm/rev. Selanjutnya perhitungan (tabel) serta grafik kebulatan untuk sudut potong utama 90°($\beta = 60^\circ, \gamma = 3^\circ, \alpha = 27^\circ$), 70°($\beta = 50^\circ, \gamma = 13^\circ, \alpha = 27^\circ$), dan 60°($\beta = 34^\circ, \gamma = 24^\circ, \alpha = 32^\circ$) dengan gerak makan 0.082 mm/rev, 0.114 mm/rev, 0.143 mm/rev dilampirkan pada lampiran 3. Contoh perhitungan kebulatan untuk sudut $Kr = 90^\circ(\beta = 60^\circ, \gamma = 3^\circ, \alpha = 27^\circ)$ dan $F = 0.082$ mm/rev (Spesimen 1).

Titik 1 R maksimum = 120 μ m	Titik 4 R maksimum = 110 μ m
R minimum = -10 μ m	R minimum = -20 μ m
Kebulatan = 130 μ m	Kebulatan = 130 μ m
Titik 2 R maksimum = 60 μ m	Titik 5 R maksimum = 80 μ m
R minimum = -60 μ m	R minimum = -50 μ m
Kebulatan = 120 μ m	Kebulatan = 130 μ m
Titik 3 R maksimum = 120 μ m	Titik 6 R maksimum = 110 μ m
R minimum = 10 μ m	R minimum = -10 μ m
Kebulatan = 110 μ m	Kebulatan = 120 μ m

Sudut $Kr = 90^\circ(\beta = 60^\circ, \gamma = 3^\circ, \alpha = 27^\circ)$ dan $F = 0.082$ mm/rev (Spesimen 2)

Titik 1 R maksimum = 100 μ m	Titik 4 R maksimum = 160 μ m
R minimum = -20 μ m	R minimum = 30 μ m
Kebulatan = 120 μ m	Kebulatan = 130 μ m
Titik 2 R maksimum = 110 μ m	Titik 5 R maksimum = 120 μ m
R minimum = 20 μ m	R minimum = -10 μ m
Kebulatan = 90 μ m	Kebulatan = 130 μ m

Titik 3 R maksimum = 190 μm	Titik 6 R maksimum = 110 μm
R minimum = -80 μm	R minimum = -90 μm
Kebulatan = 270 μm	Kebulatan = 200 μm



Gambar 4.4. Grafik Perbandingan Kebulatan $K_r = 90^\circ$ ($\beta = 60^\circ$, $\gamma = 3^\circ$, $\alpha = 27^\circ$) dan $F = 0.082 \text{ mm/r}$

4.5 Perhitungan Nilai Kesilindrisan.

Untuk memperoleh kesilindrisan, maka pada setiap hasil benda kerja yang telah dilakukan proses bubut dilakukan perhitungan kebulatan. Perhitungan kebulatan pada pengamatan ini dilakukan pada 6 titik, dimana pada setiap titik berjarak 20 mm. Dari semua data yang diperoleh untuk setiap sudut potong utama (K_r) dengan gerak makan (f) pada setiap spesimen, kemudian dicari nilai profil maksimum dan nilai profil minimum. Nilai tersebut kemudian dilakukan perhitungan selisih antara nilai maksimum dengan nilai minimum, sehingga hasil tersebut merupakan nilai kesilindrisan.

Nilai kesilindrisan yang diperoleh adalah :

- Untuk $K_r = 90^\circ$ ($\beta = 60^\circ$, $\gamma = 3^\circ$, $\alpha = 27^\circ$) dan $F = 0.082 \text{ mm/r}$.

Spesimen 1.

$$\begin{aligned}
 \text{Kesilindrisan} &= \text{nilai maksimum} - \text{nilai minimum} \\
 &= 120 \mu\text{m} - (-60 \mu\text{m}) \\
 &= 180 \mu\text{m}
 \end{aligned}$$

Spesimen 2.

$$\begin{aligned}
\text{Kesilindrisan} &= \text{nilai maksimum} - \text{nilai minimum} \\
&= 190 \mu\text{m} - (-90 \mu\text{m}) \\
&= 280 \mu\text{m}
\end{aligned}$$

- Untuk $K_r = 90^\circ$ ($\beta = 60^\circ$, $\gamma = 3^\circ$, $\alpha = 27^\circ$) dan $F = 0.114 \text{ mm/r}$.

Spesimen 1.

$$\begin{aligned}
\text{Kesilindrisan} &= \text{nilai maksimum} - \text{nilai minimum} \\
&= 130 \mu\text{m} - (-120 \mu\text{m}) \\
&= 250 \mu\text{m}
\end{aligned}$$

Spesimen 2.

$$\begin{aligned}
\text{Kesilindrisan} &= \text{nilai maksimum} - \text{nilai minimum} \\
&= 120 \mu\text{m} - (-200 \mu\text{m}) \\
&= 320 \mu\text{m}
\end{aligned}$$

- Untuk $K_r = 90^\circ$ ($\beta = 60^\circ$, $\gamma = 3^\circ$, $\alpha = 27^\circ$) dan $F = 0.143 \text{ mm/r}$.

Spesimen 1.

$$\begin{aligned}
\text{Kesilindrisan} &= \text{nilai maksimum} - \text{nilai minimum} \\
&= 210 \mu\text{m} - (-180 \mu\text{m}) \\
&= 390 \mu\text{m}
\end{aligned}$$

Spesimen 2.

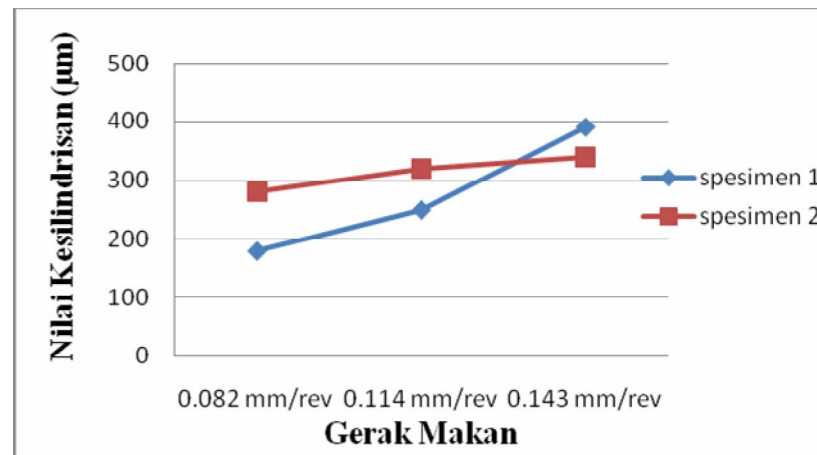
$$\begin{aligned}
\text{Kesilindrisan} &= \text{nilai maksimum} - \text{nilai minimum} \\
&= 210 \mu\text{m} - (-130 \mu\text{m}) \\
&= 340 \mu\text{m}
\end{aligned}$$

Perhitungan nilai kesilindrisan untuk sudut potong utama (K_r) 70° ($\beta = 50^\circ$, $\gamma = 13^\circ$, $\alpha = 27^\circ$), 60° ($\beta = 34^\circ$, $\gamma = 24^\circ$, $\alpha = 32^\circ$) dengan gerak makan (f) 0.082 mm/r , 0.114 mm/r , dan 0.143 mm/r dibuat tabel dan dilampirkan pada lampiran 4.

4.6 ANALISA NILAI KESILINDRISAN.

4.6.1. Hubungan Sudut Potong Utama (Kr) Dan Gerak Makan (f) Pada Nilai Kesilindrisan Hasil Proses.

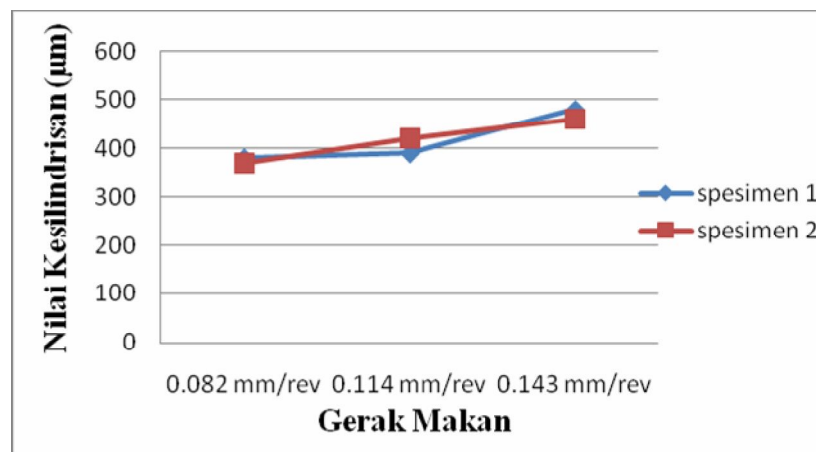
Didapat data dan dihitung nilai kesilindrisan nya, kemudian dibuat grafik nilai kesilindrisan masing – masing sudut potong utama(kr) adalah seperti dibawah ini



Gambar 4.5 Grafik Kesilindrisan $K_r = 90^\circ$ ($\beta = 60^\circ$, $\gamma = 3^\circ$, $\alpha = 27^\circ$)

Dari gambar 4.5 terlihat bahwa dengan pemakaian pahat sudut potong utama konstan 90° ($\beta = 60^\circ$, $\gamma = 3^\circ$, $\alpha = 27^\circ$) dengan variasi gerak makan menghasilkan nilai kesilindrisan yang semakin besar. Ini dikarenakan bahwa semakin besar gerak makan maka semakin besar benda kerja menjadi tidak silindris, dan mempengaruhi nilai kesilindrisannya.

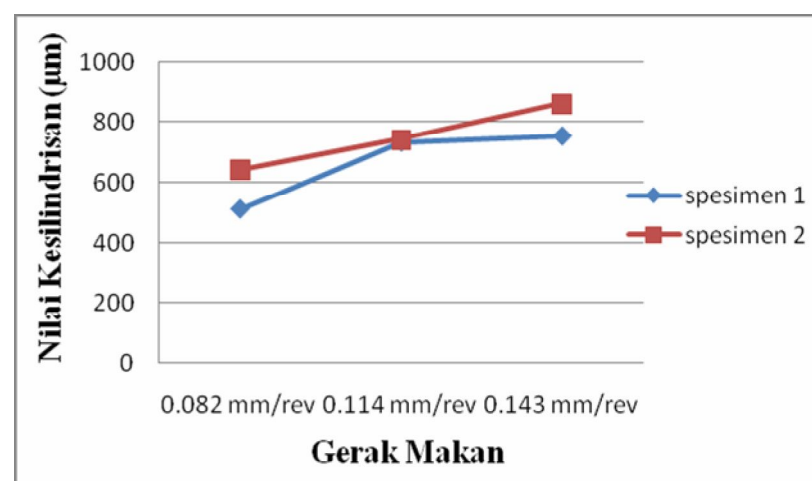
Untuk grafik kesilindrisan diatas, pada grafik spesimen 1 pada variasi sudut 90° dengan gerak makan 0.143 mm/r tingkat kesilindrisannya paling besar, dikarenakan benda kerja tersebut tidak silindris (paling besar) diantara percobaan pada spesimen baja ST 37 dengan pemakaian sudut potong(K_r) 90° ($\beta = 60^\circ$, $\gamma = 3^\circ$, $\alpha = 27^\circ$), dengan nilai kesilindrisan 180 μm sampai 390 μm .



Gambar 4.6 Grafik kesilindrisan $K_r = 70^\circ (\beta = 50^\circ, \gamma = 13^\circ, \alpha = 27^\circ)$.

Dari gambar 4.6 terlihat bahwa dengan pemakaian pahat sudut potong utama konstan $70^\circ (\beta = 50^\circ, \gamma = 13^\circ, \alpha = 27^\circ)$ dengan variasi gerak makan menghasilkan nilai kesilindrisan yang semakin besar. Ini dikarenakan bahwa semakin besar gerak makan, maka semakin besar benda kerja menjadi tidak silindris, dan mempengaruhi nilai kesilindrisannya.

Pada grafik diatas terlihat bahwa antara spesimen 1 dengan spesimen 2 terjadi penyimpangan nilai kesilindrisan yang tidak terlalu besar, karena pada saat percobaan tidak ada penyimpangan benda kerja tidak silindris yang tidak terlalu tinggi, dengan nilai kesilindrisan dari $370 \mu\text{m}$ sampai $480 \mu\text{m}$.

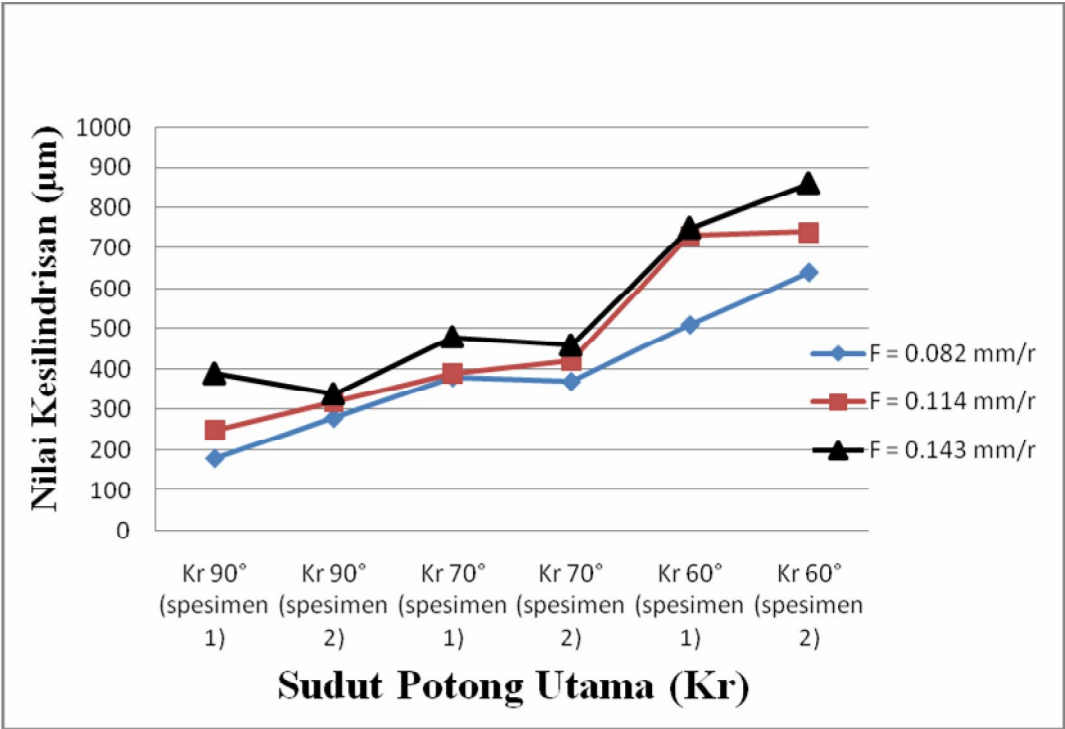


Gambar 4.7 Grafik Kesilindrisan $K_r = 60^\circ (\beta = 34^\circ, \gamma = 24^\circ, \alpha = 32^\circ)$

Dari gambar 4.7 terlihat bahwa dengan pemakaian sudut potong utama konstan $60^\circ (\beta = 34^\circ, \gamma = 24^\circ, \alpha = 32^\circ)$ dengan variasi gerak makan menghasilkan nilai kesilindrisan yang semakin besar. Ini dikarenakan

bahwa semakin besar gerak makan, maka semakin besar benda kerja menjadi tidak silindris, dan mempengaruhi nilai kesilindrisannya.

Pada percobaan dengan pemakaian pahat sudut potong utama 60° ($\beta = 34^\circ$, $\gamma = 24^\circ$, $\alpha = 32^\circ$) terjadi benda kerja dengan tingkat kesilindrisan yang paling tinggi diantara percobaan lainnya $Kr = 90^\circ$ ($\beta = 60^\circ$, $\gamma = 3^\circ$, $\alpha = 27^\circ$) dan $Kr = 70^\circ$ ($\beta = 50^\circ$, $\gamma = 13^\circ$, $\alpha = 27^\circ$). baik pada spesimen 1 dan spesimen 2, dengan nilai kesilindrisan 510 μm sampai 860 μm .



Gambar 4.8 Grafik Kesilindrisan Sudut Potong Utama (Kr).

Dari gambar 4.8 terlihat bahwa dengan pemakaian pahat dengan sudut potong utama semakin kecil yaitu $Kr = 90^\circ$ ($\beta = 60^\circ$, $\gamma = 3^\circ$, $\alpha = 27^\circ$), 70° ($\beta = 50^\circ$, $\gamma = 13^\circ$, $\alpha = 27^\circ$), dan 60° ($\beta = 34^\circ$, $\gamma = 24^\circ$, $\alpha = 32^\circ$) dengan gerak makan semakin tinggi yaitu (f) = 0.082 mm/r, 0.114 mm/r, dan 0.143 mm/r menghasilkan nilai kesilindrisan yang semakin besar. Nilai kesilindrisannya yaitu 180 μm sampai 860 μm .

4.7 PEMBAHASAN

Gambar 4.5 grafik kesilindrisan diatas diperlihatkan bahwa penggunaan pahat dengan sudut potong 90° ($\beta = 60^\circ$, $\gamma = 3^\circ$, $\alpha = 27^\circ$) (konstan) dengan variasi gerak makan 0.082 mm/r, 0.114 mm/r, 0.143 mm/r terjadi kenaikan nilai

kesilindrisan, yang dikarenakan benda kerja menjadi tidak silindris seiring dengan naiknya gerak makan (*feeding*). Benda kerja yang paling tinggi nilai kesilindrisannya dengan penggunaan pahat ini terjadi pada saat percobaan dengan variasi gerak makan 0.143 mm/r pada spesimen benda kerja 1.

Gambar 4.6 grafik kesilindrisan diatas diperlihatkan bahwa penggunaan pahat dengan sudut potong $70^\circ (\beta = 50^\circ, \gamma = 13^\circ, \alpha = 27^\circ)$ (konstan) dengan variasi gerak makan 0.082 mm/r, 0.114 mm/r, 0.143 mm/r terjadi kenaikan nilai kesilindrisan yang dikarenakan benda kerja menjadi tidak silindris seiring dengan naiknya gerak makan (*feeding*). Pada percobaan dengan pemakaian $K_r = 70^\circ (\beta = 50^\circ, \gamma = 13^\circ, \alpha = 27^\circ)$, nilai kesilindrisan benda kerja lebih tinggi dari percobaan dengan pemakaian pahat dengan $K_r = 90^\circ (\beta = 60^\circ, \gamma = 3^\circ, \alpha = 27^\circ)$.

Gambar 4.7 grafik kesilindrisan diatas diperlihatkan bahwa penggunaan pahat dengan sudut potong $60^\circ (\beta = 34^\circ, \gamma = 24^\circ, \alpha = 32^\circ)$ (konstan) dengan variasi gerak makan 0.082 mm/r, 0.114 mm/r, 0.143 mm/r terjadi kenaikan nilai kesilindrisan yang dikarenakan benda kerja menjadi tidak silindris seiring dengan naiknya gerak makan (*feeding*). Pada percobaan dengan pemakaian $K_r = 60^\circ (\beta = 34^\circ, \gamma = 24^\circ, \alpha = 32^\circ)$, nilai kesilindrisannya adalah yang paling tinggi dari pemakaian pahat dengan $K_r = 90^\circ (\beta = 60^\circ, \gamma = 3^\circ, \alpha = 27^\circ)$ ataupun pahat $K_r = 70^\circ (\beta = 50^\circ, \gamma = 13^\circ, \alpha = 27^\circ)$.

Gambar 4.8 grafik kesilindrisan diatas diperlihatkan bahwa penggunaan pahat dengan variasi sudut potong (K_r) $90^\circ (\beta = 60^\circ, \gamma = 3^\circ, \alpha = 27^\circ)$, $70^\circ (\beta = 50^\circ, \gamma = 13^\circ, \alpha = 27^\circ)$, dan $60^\circ (\beta = 34^\circ, \gamma = 24^\circ, \alpha = 32^\circ)$ dengan variasi gerak makan 0.082 mm/r, 0.114 mm/r, 0.143 mm/r terjadi kenaikan nilai kesilindrisan yang dikarenakan benda kerja menjadi tidak silindris seiring dengan naiknya gerak makan (*feeding*).

Dari ketiga sudut potong utama $K_r = 90^\circ (\beta = 60^\circ, \gamma = 3^\circ, \alpha = 27^\circ)$, $K_r = 70^\circ (\beta = 50^\circ, \gamma = 13^\circ, \alpha = 27^\circ)$, dan $K_r = 60^\circ (\beta = 34^\circ, \gamma = 24^\circ, \alpha = 32^\circ)$ yang ditunjukkan pada grafik diatas diperoleh bahwa dengan pemakaian sudut potong utama (K_r) semakin kecil, maka semakin besar nilai kesilindrisan nya. Hal ini disebabkan pemakaian K_r yang kecil tidak menguntungkan dan menurunkan ketelitian geometrik produk dalam hal ini juga mempengaruhi hasil

kesilindrisannya dan menyebabkan benda kerja menjadi tidak silindris (nilai kesilindrisan semakin besar).

Dari ketiga gerak makan (*feeding*) yang ditunjukkan pada grafik kesilindrisan diatas didapatkan bahwa semakin besar gerak makan, maka semakin besar pula nilai kesilindrisannya. Hal ini disebabkan karena semakin besar gerak makan, maka semakin besar pula benda kerja yang tidak silindris dan nilai kesilindrisan hasil proses semakin besar.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada hasil penelitian proses bubut silindris terdapat 2 faktor yang signifikan mempengaruhi hasil kesilindrisan proses bubut silindris yaitu sudut potong utama (K_r) dan gerak makan (f) hal ini disebabkan karena:
 - Semakin kecil sudut potong utama yaitu $K_r = 90^\circ (\beta = 60^\circ, \gamma = 3^\circ, \alpha = 27^\circ)$, $K_r = 70^\circ (\beta = 50^\circ, \gamma = 13^\circ, \alpha = 27^\circ)$, dan $K_r = 60^\circ (\beta = 34^\circ, \gamma = 24^\circ, \alpha = 32^\circ)$, maka semakin besar nilai kesilindrisannya.
 - Semakin besar gerak makan (f), maka semakin besar nilai kesilindrisannya.
2. Pada proses bubut ini, nilai kesilindrisan yang mendekati nol (yang terbaik) didapat pada sudut potong utama $K_r = 90^\circ (\beta = 60^\circ, \gamma = 3^\circ, \alpha = 27^\circ)$. dan gerak makan (f) 0.082 mm/r pada spesimen 1. Dan nilai kesilindrisan yang tinggi didapat pada sudut potong utama $K_r = 60^\circ (\beta = 34^\circ, \gamma = 24^\circ, \alpha = 32^\circ)$ dan gerak makan (f) 0.143 mm/r pada spesimen 2.

5.2 Saran

Untuk mencapai kesilindrisan yang sempurna, hendaknya pada proses bubut menggunakan tail stock, dan juga set up untuk feeding (gerak makan), V , serta n disesuaikan sehingga hasil yang diperoleh lebih baik. Dimana dalam hal ini, hasil yang diperoleh akan memiliki kesilindrisan yang sempurna, serta memiliki profil yang halus.

DAFTAR PUSTAKA

- Ing Schonmetz, Ing Sinnal Peter, Ing Hauberger Johan. *Pengerjaan Logam Dengan Mesin*.
- Marsyahyo, Eko, ST, MSc., 2003, *Mesin Perkakas Pemotongan Logam*, Bayu Media Publishing, Malang.
- Muslih., 2004, *Pengaruh Variasi Cutting Speed Dan Variasi Depth Of Cut Terhadap Kesilindrisan Pada Proses Bubut Baja St 70 Tanpa Tail Stock (Pada Uji Roundtest)* ,Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Rochim, Taufiq., 1993, *Teori dan Teknologi Permesinan*, Laboratorium Teknik Produksi dan Metrologi Industri, Jurusan Teknik Mesin, FTI, ITB, Bandung.
- Rochim, Taufiq., 2001, *Spesifikasi Geometris Metrologi Industri dan Kontrol Kualitas*, Laboratorium Teknik Produksi dan Metrologi Industri, Jurusan Teknik Mesin, FTI, ITB, Bandung.
- Sutara Hari, N.T., 2003, *Pengaruh Sudut Potong Utama Pada Kesilindrisan Hasil Proses Bubut Silindris*, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra.